

**PENGARUH PENAMBAHAN KULIT PISANG KEPOK
(*Musa paradiasca L.*) TERFERMENTASI DALAM
PAKAN LENGKAP TERHADAP PRODUKSI GAS,
NILAI ME DAN NE SECARA *In vitro***

SKRIPSI

Oleh:

Dewi Wulandari

NIM. 145050100111143



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



**PENGARUH PENAMBAHAN KULIT PISANG KEPOK
(*Musa paradiasca L.*) TERFERMENTASI DALAM
PAKAN LENGKAP TERHADAP PRODUKSI GAS,
NILAI ME DAN NE SECARA *In vitro***

SKRIPSI

Oleh:

**Dewi Wulandari
NIM. 145050100111143**

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana
Pernakan pada Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**



**PENGARUH PENAMBAHAN KULIT PISANG KEPOK
(*Musa paradiasca L.*) TERFERMENTASI DALAM PAKAN
LENGKAP TERHADAP PRODUKSI GAS, NILAI ME DAN
NE SECARA *In vitro***

SKRIPSI

Oleh :
Dewi Wulandari
NIM. 145050100111143

Telah dinyatakan lulus dalam Ujian Sarjana
Pada Hari/Tanggal : Senin, 23 Juli 2018

Pembimbing Utama	Tanda tangan	Tanggal
<u>Dr. Ir. Herni sudarwati, MS</u> NIP. 19540227 198303 2 001
Pembimbing Pendamping <u>Dr. Ir. Mashudi, M.Agr.Sc</u> NIP. 19610519 198802 1 001
Dosen Penguji <u>Prof. Dr. Ir. Zaenal Fanani, MS</u> NIP. 19581212 198601 1 001
<u>Dr. Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc., M.Sc</u> NIP. 19631002 198802 1 001
<u>Dr. Ir. Edhy Sudjarwo, MS</u> NIP. 19570629 198403 1 001

Mengetahui:
Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya

Prof. Dr.Sc.Agr.Ir. Suyadi, MS
NIP. 19620403 198701 1 001
Tanggal:



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bondowoso pada tanggal 16 Juli 1996 sebagai putri pertama dari bapak Satimo dan ibu Samina. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SDN Tanggulangin 01 dan lulus pada tahun 2009, kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 3 Bondowoso dan lulus pada tahun 2011, lalu menempuh sekolah menengah atas di SMAN 1 Tenggarang, Bondowoso yang lulus pada tahun 2014. Penulis melanjutkan pendidikan S1 di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis aktif dalam kegiatan UKM di tingkat universitas yaitu menjadi anggota di Riset dan Karya Ilmiah Mahasiswa (RKIM) pada tahun 2016-2017. Penulis juga menjadi staff panitia RAJA BRAWIJAYA 2015. Penulis merupakan asisten praktikum Penyuluhan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya pada tahun 2017-2018. Pada jenjang S1 penulis mengambil minat nutrisi dan makanan ternak dan telah melaksanakan PKL di CV. Dony Farm unit *breeding farm*, Magelang Jawa Tengah dengan judul “Manajemen Pemeliharaan Ayam Petelur *Parent Stock* Fase *Layer* di Cv. Dony Fam Unit *Breeding Farm* Selurah, Kelurahan Krincing, Kecamatan Secang, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah”



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia berupa rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan Skripsi dengan judul **“PENGARUH PENAMBAHAN KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradiasca* L.) TERFERMENTASI DALAM PAKAN LENGKAP TERHADAP PRODUKSI GAS, NILAI ME DAN NE SECARA *In vitro*”** dengan baik. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.

Terselesaikannya penulisan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan bimbingan, dari beberapa pihak dan penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Satimo dan Ibu Samina selaku orang tua yang telah memberikan dukungan secara moril dan materiil.
2. Dr. Ir. Herni Sudarwati, MS selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Ir. Mashudi, M.Agr.Sc selaku dosen pembimbing pendamping yang telah membimbing dan mengarahkan selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
3. Prof. Dr. Ir. Zaenal Fanani, MS., Dr. Ir. Eko Widodo, M.Agr.Sc, M.Sc., dan Dr. Ir. Edhy Sudjarwo, MS selaku dosen penguji atas saran dan bimbingannya.
4. Dr. Ir. Mashudi, M.Agr.Sc selaku Ketua Minat Nutrisi dan Makanan Ternak yang telah membantu melancarkan proses studi.
5. Dr. Agus Susilo, S.Pt, MP selaku Ketua Program Studi Ilmu Peternakan yang telah banyak membina dan mengarahkan demi kelancaran proses studi.

6. Dr. Ir. Sri Minarti, MP selaku Ketua Jurusan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
7. Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
8. Gassa Yanuar Putra, Salnan Irba Novaela Samur, Monica Lucining Ayu, Mimbar Fauzi dan Jamal Setya Hidayat yang telah banyak membantu selama penelitian.
9. Teman teman angkatan 2014 yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis mengharapkan skripsi ini bermanfaat serta memberikan informasi terkait pengolahan pakan untuk berbagai pihak sebagai bahan informasi bagi tambahan. Penulisan skripsi ini tidak luput dari kesalahan, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan skripsi ini.

Malang, 31 Februari 2018

Penulis

**EFFECT OF BANANA PEEL (*Musa paradiasca L.*)
FERMENTATION IN A COMPLETE FEED ON GAS
PRODUCTION, METABOLIZABLE, AND NET
ENERGY VALUES BY *In vitro***

Dewi Wulandari¹⁾, Herni Sudarwati²⁾, Mashudi²⁾

¹⁾Student of Animal Nutrition and Feed Departement, Faculty
of Animal Science, University of Brawijaya

²⁾ Lecturer of Animal Nutrition and Feed Departement,
Faculty of Animal Science, University of Brawijaya

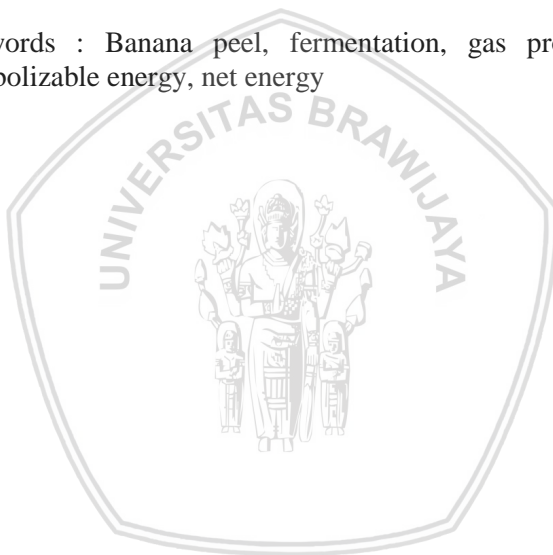
Email : dewiwulandr21@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research were to determine effect of banana peel fermentation in a complete feed on gas production, metabolizable and net energy values. The materials were fresh banana peel, EM4 (Effective Microorganism-4), wheat bran, elephant grass, gamal leaf, and concentrate. This research was arranged in randomized block design with 5 treatments and 3 replications. The treatment were T_0 = 40% concentrate + 60% forage (elephant grass + gamal leaf); T_1 = 40% concentrate + 60% forage (elephant grass + gamal leaf) + 5% banana peel fermentation; T_2 = 40% concentrate + 60% forage (elephant grass + gamal leaf) + 10% banana peel fermentation; T_3 = 40% concentrate + 60% forage (elephant grass + gamal leaf) + 15% banana peel fermentation; T_4 = 40% concentrate + 60% forage (elephant grass + gamal leaf) + 20% banana peel fermentation. The data were analyzed by using analysis of variance and if calculations show significantly difference result, then continued by duncan multiple range test. The results showed that the addition of banana peel fermentation on complete feed did not significantly affect ($P > 0,05$) on total gas production and gas

production potential (b) values but gave significant effect ($P < 0,05$) to gas production rate (c), metabolizable and net energy values. The best result for gas production, metabolizable energy and net energy value in on T₂ (GP= $83,00 \pm 2,20$ ml/500 mg DM, b value $87,94 \pm 2,25$ ml/500 mg DM, c value $0,26 \pm 0,33$ ml/hour DM, ME $6,97 \pm 0,21$ MJ/Kg DM, and NE $3,91 \pm 0,14$ MJ/Kg DM). It can be concluded that addition of 10% banana peel fermentation on complete feed can increase total gas production, metabolizable and net energy values.

Keywords : Banana peel, fermentation, gas production, metabolizable energy, net energy



**PENGARUH PENAMBAHAN KULIT PISANG KEPOK
(*Musa paradiasca L.*) TERFERMENTASI DALAM
PAKAN LENGKAP TERHADAP PRODUKSI GAS,
NILAI ME DAN NE SECARA *In vitro***

Dewi Wulandari¹⁾, Herni Sudarwati²⁾, Mashudi²⁾

¹⁾Mahasiswa Minat Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas
Pernakan, Universitas Brawijaya, Malang

²⁾Dosen Minat Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas
Pernakan, Universitas Brawijaya, Malang

Email : dewiwulandr21@gmail.com

RINGKASAN

Pisang merupakan tanaman yang banyak terdapat di Indonesia dengan berbagai varietas dan jumlah produksi yang tergolong tinggi. Anonimous (2015) menyatakan bahwa produksi buah pisang semakin meningkat setiap tahunnya. Produksi pisang pada tahun 2014 mencapai 6.862.588 ton. Tingginya produksi pisang juga diiringi dengan bertambahnya industri pengolahan pisang, akan tetapi limbah dari industri pengolahan pisang ini belum dimanfaatkan secara optimal oleh pengelola. Apabila ditinjau dari kandungan nutriennya, kulit pisang dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak ruminansia. Kandungan nutrisi kulit pisang yaitu protein kasar 4,25%, serat kasar 9,69 %, lemak kasar 15,58 % dan bahan organik sebesar 84,34%. Namun disisi lain kulit pisang memiliki kandungan protein kasar yang rendah yaitu 4,25% serta kadar air yang tergolong tinggi sebesar 69% sehingga diperlukan pengolahan untuk meningkatkan kandungan nutrisi dan memperpanjang masa simpan. Salah satunya dengan cara fermentasi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan kulit pisang kepok

terfermentasi dalam pakan lengkap terhadap produksi gas, nilai ME dan NE. Kegunaan dari penelitian ini sebagai bahan pertimbangan penggunaan kulit pisang kepok sebagai pakan ternak ruminansia serta sebagai informasi IPTEK pakan dalam bidang peternakan.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya Malang pada tanggal 8 januari sampai 10 maret 2018. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak penambahan fermentasi kulit pisang kepok dalam pakan lengkap terhadap produksi gas, nilai ME dan NE yang dilakukan dengan metode *In vitro*. Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah kulit pisang kepok segar, *pollard* kering, EM4 (*Effective Microorganism-4*), rumput gajah, daun gamal, konsentrat, serta alat dan bahan yang digunakan untuk analisa proksimat dan mengukur produksi gas secara *in vitro*. Metode penelitian menggunakan rancangan percobaan RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu penambahan fermentasi kulit pisang dalam pakan lengkap dengan proporsi yang berbeda yaitu $P_0 = 40\%$ konsentrat + 60% hijauan (rumput gajah + daun gamal); $P_1 = 40\%$ konsentrat + 60% hijauan (rumput gajah + daun gamal) + 5% kulit pisang kepok terfermentasi; $P_2 = 40\%$ konsentrat + 60% hijauan (rumput gajah + daun gamal) + 10% kulit pisang kepok terfermentasi; $P_3 = 40\%$ konsentrat + 60% hijauan (rumput gajah + daun gamal) + 15% kulit pisang kepok terfermentasi; dan $P_4 = 40\%$ konsentrat + 60% hijauan (rumput gajah + daun gamal) + 20% kulit pisang kepok terfermentasi. Variabel yang diamati meliputi pengukuran produksi gas serta estimasi nilai ME dan NE. Analisis data menggunakan analisis varian dan apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji jarak berganda duncan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan fermentasi kulit pisang kepok dalam pakan lengkap tidak

memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap produksi gas total dan nilai potensi produksi gas (b). Namun memberikan memberikan pengaruh yang nyata ($P<0,05$) terhadap nilai laju produksi gas (c), ME dan NE. Penambahan fermentasi kulit pisang sebesar 10% dalam pakan lengkap memberikan pengaruh terbaik terhadap produksi gas, nilai b, nilai c, nilai ME dan NE dengan nilai $83,00\pm 2,20$ ml/500 mg BK, $87,94\pm 2,25$ ml/500mg BK, $0,257\pm 0,332$ ml/jam BK, $6,97\pm 0,21$ MJ/Kg BK, dan $3,91\pm 0,14$ MJ/Kg BK.

Kesimpulan penelitian ini adalah penambahan fermentasi kulit pisang dapat meningkatkan produksi gas total, nilai ME dan NE. Penambahan fermentasi kulit pisang sebesar 10% menghasilkan nilai produksi gas, nilai ME dan NE yang paling baik. Saran dari penelitian ini adalah perlu adanya penelitian mengenai pemberian kulit pisang terfermentasi secara langsung pada ternak dengan metode *in vivo*.





DAFTAR ISI

Isi	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRACT	v
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian.....	4
1.5 Kerangka Pikir	4
1.6 Hipotesis.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Potensi Kulit Pisang	9
2.2 Fermentasi	11
2.3 Produksi Gas <i>In vitro</i>	14
2.4 Nilai ME (<i>Metabolizable Energy</i>) dan NE (<i>Net Energy</i>).....	20
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	23
3.2 Materi Penelitian	23
3.2.1 Bahan	23
3.2.2 Alat.....	24

3.3	Metode Penelitian.....	24
3.4	Variabel Penelitian	27
3.4.1	Pengukuran Produksi Gas Secara <i>In Vitro</i>	27
3.4.2	Nilai ME (<i>Metabolizable Energy</i>) dan NE (<i>Net Energy</i>).....	27
3.5	Prosedur Pengukuran Variabel.....	27
3.5.1	Pengukuran Produksi Gas Secara <i>In Vitro</i>	27
3.5.2	Estimasi Nilai ME (<i>Metabolizable Energy</i>) dan NE (<i>Net Energy</i>).....	28
3.6	Analisis Data	29
3.7	Batasan Istilah	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Kandungan Nutrien Bahan Baku dan Pakan Perlakuan	31
4.2	Produksi Gas <i>In Vitro</i>	35
4.3	Nilai Potensi Produksi Gas dan Laju Produksi Gas	40
4.4	Estimasi Nilai <i>Metabolizable Energy</i> (ME) dan <i>Net Energy</i> (NE)	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran.....	47

DAFTAR PUSTAKA 49

LAMPIRAN..... 59

DOKUMENTASI 99

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Bioaktivator EM4	14
2. Kandungan nutrisi bahan baku fermentasi dan pakan lengkap	23
3. Kandungan nutrisi bahan pakan perlakuan.....	31
4. Kandungan nutrisi pakan lengkap dengan penambahan kulit pisang terfermentasi	34
5. Rataan nilai produksi gas kumulatif inkubasi 48 jam.....	36
6. Produksi gas total pakan lengkap (ml/500 mg BK).....	39
7. Rataan nilai potensi produksi gas (b) dan laju produksi (c).....	40
8. Rataan nilai ME dan NE pakan lengkap	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir	7
2. Pisang Kepok Merah	10
3. Grafik Produksi Gas	38





DAFTAR LAMPIRAN

Gambar	Halaman
1. Prosedur Analisis kandungan Bahan	
Kering	59
2. Prosedur analisis kandungan Bahan	
Organik (BO)	60
3. Prosedur analisis kandungan Protein	
Kasar (PK).....	61
4. Prosedur analisis kandungan Serat	
Kasar (SK).....	63
5. Prosedur Analisis kandungan Lemak	
Kasar (LK)	65
6. Prosedur pengambilan cairan rumen	67
7. Prosedur pengukuran produksi gas <i>in</i>	
<i>Vitro</i>	68
8. Data analisis statistik produksi gas total	
inkubasi 48jam	71
9. Data analisis statistik nilai potensi	

produksi gas (b).....	73
10. Data analisis statistik nilai laju produksi	
gas (c).....	75
11. Data analisis statistik nilai Metabolizable	
Energy (ME).....	78
12. Data analisis statistik nilai Net Energy	
(NE).....	81
13. Data analisis nilai b dan c P_0K_1	
menggunakan SPSS 16	84
14. Data analisis nilai b dan c P_0K_2	
menggunakan SPSS 16	85
15. Data analisis nilai b dan c P_0K_3	
menggunakan SPSS 16	86
16. Data analisis nilai b dan c P_1K_1	
menggunakan SPSS 16	87
17. Data analisis nilai b dan c P_1K_2	
menggunakan SPSS 16	88
18. Data analisis nilai b dan c P_1K_3	

menggunakan SPSS 16	89
19. Data analisis nilai b dan c P_2K_1	
menggunakan SPSS 16	90
20. Data analisis nilai b dan c P_2K_2	
menggunakan SPSS 16	91
21. Data analisis nilai b dan c P_2K_3	
menggunakan SPSS 16	92
22. Data analisis nilai b dan c P_3K_1	
menggunakan SPSS 16	93
23. Data analisis nilai b dan c P_3K_2	
menggunakan SPSS 16	94
24. Data analisis nilai b dan c P_3K_3	
menggunakan SPSS 16	95
25. Data analisis nilai b dan c P_4K_1	
menggunakan SPSS 16	96
26. Data analisis nilai b dan c P_4K_2	
menggunakan SPSS 16	97
27. Data analisis nilai b dan c P_4K_3	

menggunakan SPSS 16 98



DAFTAR SINGKATAN

1. BAL : Bakteri Asam Laktat
2. BETN : Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen
3. BK : Bahan Kering
4. BO : Bahan Organik
5. cc : cubic centimeter
6. CP : Crude Protein
7. EE : Ether Extract
8. EM4 : *Effective Microorganism-4*
9. GP : Gas Production
10. IPTEK : Ilmu Pengetahuan dan Teknologi
11. kg : kilo gram
12. KUD : Koperasi Unit Desa
13. LK : Lemak Kasar
14. ME : *Metabolizable Energy*
15. mg : mili gram
16. MJ : Mega Joule
17. ml : mili liter
18. N : Normalitas
19. NE : *Net Energy*
20. NEM : *Net Energy Maintenance*
21. NPN : Non Protein Nitrogen

22. NRC : National Research Council
23. PK : Protein Kasar
24. ppm : Part per milion
25. PUFA : *Polyunsaturated Fatty Acid*
26. SK : Serat Kasar
27. VFA : *Volatile Fatty Acid*
28. WSC : *Water Soluble Carbohydrate*





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pisang merupakan tanaman yang banyak terdapat di Indonesia dengan berbagai varietas, seperti pisang ambon, pisang nangka, pisang mas, pisang klutuk, pisang kepok dan pisang raja. Tidak hanya varietas pisang yang beragam, jumlah produksi buah pisang di Indonesia juga tergolong tinggi. Anonimous (2015) menyatakan bahwa produksi buah pisang semakin meningkat setiap tahunnya. Produksi pisang pada tahun 2014 mencapai 6.862.588 ton. Tingginya produksi pisang juga diiringi dengan bertambahnya industri pengolahan pisang salah satunya yaitu pengolahan keripik pisang dan pisang goreng. Kulit pisang merupakan limbah dari buah pisang yang cukup banyak jumlahnya dan belum dimanfaatkan secara maksimal, melainkan hanya sebagai limbah tidak berguna. Oleh karena itu salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan limbah kulit pisang sebagai pakan ternak ruminansia.

Kandungan nutrisi kulit pisang berbeda-beda tergantung varietas pisang yang digunakan. Varietas pisang yang banyak digunakan oleh pedagang yaitu pisang kepok. Mohapatra, Mishra, dan Sutar (2010) menyatakan bahwa kulit pisang mempunyai kandungan pati (3%), protein kasar (6-9%), lemak kasar (3,8-11%), serat (43,2-49,7%). Apabila ditinjau dari kandungan nutrisinya maka kulit pisang berpotensi untuk dijadikan pakan ternak ruminansia, namun perlu adanya pengolahan untuk meningkatkan kandungan nutrisi kulit pisang. Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan yaitu

dengan fermentasi. Fermentasi merupakan suatu proses penguraian bahan kompleks menjadi lebih sederhana dan dapat terjadi dengan bantuan mikroba pengurai. Fermentasi dilakukan untuk menghindari kerusakan bahan karena kadar air dari kulit pisang yang tergolong tinggi yaitu 69% (Suparwi dan Utami, 2014). Proses fermentasi akan menghasilkan kadar air yang tinggi karena adanya proses respirasi pada bahan pakan dengan mengubah Bahan Kering (BK) menjadi energi panas, air (H_2O), dan Karbondioksida (CO_2). *Pollard* merupakan bahan aditif yang dapat ditambahkan untuk mengikat air selama proses fermentasi serta dapat digunakan untuk media pertumbuhan BAL (Bakteri Asam Laktat).

EM4 (*Effective Microorganism-4*) merupakan salah satu probiotik yang dapat digunakan untuk membantu mempercepat proses fermentasi. Hal tersebut telah dibuktikan bahwa EM4 mempunyai kemampuan untuk menurunkan kadar serat kasar dan meningkatkan palatabilitas bahan pakan. Raudati, 2000; Raudati dkk., (2001) menambahkan bahwa penambahan sumber energi seperti *pollard* akan dapat mengoptimalkan pertumbuhan mikroba yang efektif sehingga proses fermentasi dapat berjalan secara optimal. Proses fermentasi yang optimal dapat meningkatkan kandungan protein dan menurunkan kandungan serat kasar. Pembuatan fermentasi kulit pisang diharapkan dapat dijadikan pakan tambahan alternatif bagi ternak ruminansia yang dapat meningkatkan palatabilitas dan nutrisi pakan.

Evaluasi penambahan fermentasi kulit pisang dalam pakan lengkap dilakukan secara *in vitro*. Metode *in vitro* merupakan salah satu metode pengukuran evaluasi pakan yang dilakukan di laboratorium dengan meniru kondisi sebenarnya dalam saluran pencernaan ternak ruminansia. Pengukuran

produksi gas *in vitro* merupakan indikator banyaknya bahan organik (BO) yang tercerna dalam rumen akibat aktivitas dari mikroba. Menurut Sallam (2005), produksi gas dapat menjadi indikator degradasi karbohidrat dalam rumen, serta dapat digunakan sebagai parameter untuk memprediksi pencernaan dan sintesa protein mikroba. Fermentasi pakan dalam rumen dapat dilihat dari nilai ME (*Metabolizable Energy*) dan NE (*Net Energy*).

Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan fermentasi kulit pisang kepok dalam pakan lengkap terhadap produksi gas, nilai ME dan NE secara *in vitro* guna mengetahui kualitas pakan lengkap yang diberi perlakuan fermentasi kulit pisang berdasarkan nilai produksi gas, ME dan NE.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah limbah kulit pisang mempunyai kandungan nutrisi rendah dan kadar air yang tinggi sehingga dapat mempercepat kerusakan bahan. Fermentasi merupakan teknologi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan nutrisi, memperpanjang masa simpan dan mempercepat perombakan kandungan nutrisi bahan pakan. Akan tetapi, proses fermentasi dapat meningkatkan kadar air bahan sehingga diperlukan bahan yang dapat mengikat air selama proses fermentasi dan dapat menjadi media pertumbuhan mikroba salah satunya yaitu *pollard*. EM4 perlu ditambahkan sebagai probiotik yang dapat mempercepat proses fermentasi kulit pisang. Hasil fermentasi akan ditambahkan dalam pakan lengkap, sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan fermentasi kulit

pisang dalam pakan lengkap terhadap produksi gas, nilai ME dan NE secara *in vitro*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

Mengetahui pengaruh penambahan kulit pisang kepok terfermentasi dalam pakan lengkap terhadap produksi gas, nilai ME dan NE.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut :

1. Bahan informasi dan pertimbangan penggunaan limbah kulit pisang kepok sebagai alternatif pakan tambahan bagi ternak.
2. Sebagai sumber informasi IPTEK pakan dalam bidang peternakan

1.5 Kerangka Pikir

Pakan merupakan faktor utama yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ternak juga sekaligus menjadi kendala dalam penyediaannya. Ketersediaan bahan pakan seperti hijauan menjadi kendala bagi peternak karena hijauan jarang ditemukan pada musim kemarau. Peternak pada umumnya akan menambahkan bahan pakan seperti limbah tahu, onggok dan bahan lainnya sebagai pakan tambahan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan pakan tambahan yaitu kulit pisang karena ketersediannya yang melimpah dan belum dimanfaatkan dengan baik. Pisang yang banyak digunakan oleh industri pengolahan pisang yaitu jenis pisang kepok. Menurut Mohapatra *et al.*, (2010) limbah kulit pisang kepok mengandung pati (3%), protein kasar (6-9%), lemak kasar (3,8-

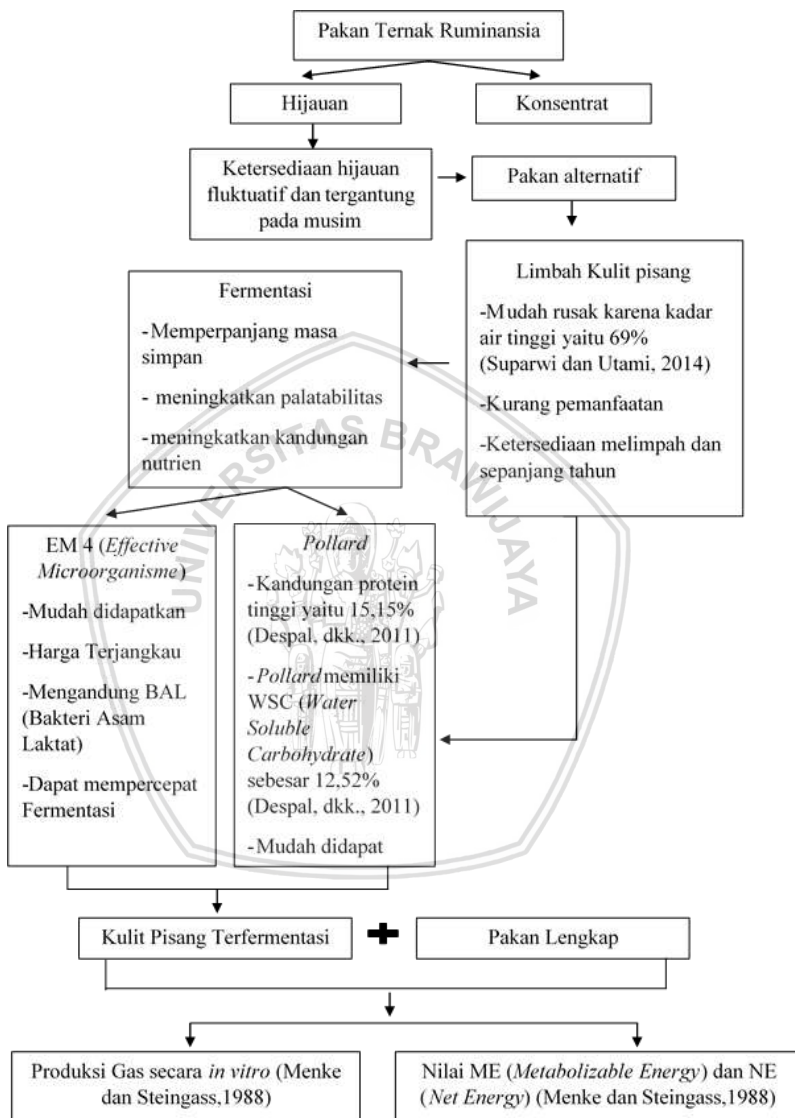
11%), serat (43,2-49,7%), dan asam lemak ganda tak jenuh, terutama asam linoleat dan α -linoleat, pectin, asam amino esensial (leusin, valin, fenilalanin dan treonin) dan mikronutrien (K, P, Ca, Mg). Kulit pisang juga merupakan sumber yang baik dari lignin (6-12%), pektin (10-21%), selulosa (7,6-9,6%), hemiselulosa (6,4-9,4%) dan asam galaktouronat.

Kulit pisang mempunyai kekurangan yaitu kadar air yang tinggi sehingga menyebabkan limbah kulit pisang menjadi mudah rusak. Fermentasi merupakan salah satu teknologi yang dapat dilakukan untuk memperpanjang masa simpan dan meningkatkan kandungan nutrisi bahan pakan. Proses fermentasi dapat terjadi dengan bantuan mikroba, salah satu bahan yang dapat digunakan yaitu EM4 (*Effective Microorganism-4*). EM4 merupakan salah satu probiotik yang didalamnya terdapat banyak jenis mikroba dan yang mendominasi yaitu BAL (Bakteri Asam Laktat). BAL merupakan mikroba yang akan merombak senyawa kompleks dalam bahan pakan menjadi lebih sederhana. EM4 dipilih sebagai bahan fermentasi karena harganya murah dan mudah di dapat. Proses fermentasi sendiri dapat meningkatkan kadar air bahan akibat aktivitas mikroba. Kadar air tinggi kurang efektif dalam proses fermentasi karena dapat memperpanjang waktu fermentasi. Oleh karena itu perlu penambahan bahan seperti *pollard* untuk mengikat air selama proses fermentasi. *Pollard* juga dapat digunakan sebagai media pertumbuhan dan sumber energi bagi mikroba. Menurut Despal, Permana, Safarina dan Tatra (2011), *pollard* mengandung WSC (*Water Soluble Carbohydrate*) sebesar 12, 15% yang dapat menstimulasi pertumbuhan BAL selama fermentasi berlangsung.

Penelitian fermentasi ini dilakukan menggunakan campuran limbah kulit pisang, *pollard* dan EM4. Hasil

fermentasi ditambahkan dengan pakan lengkap yang terdiri dari konsentrat, rumput gajah dan gamal. Bagan alur kerangka pikir konseptual penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

1.6 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah dengan penambahan fermentasi kulit pisang kepok dengan level berbeda dalam pakan lengkap dapat memberikan pengaruh terhadap produksi gas, nilai ME (*Metabolizable Energy*) dan NE (*Net Energy*).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Potensi Kulit Pisang

Pisang merupakan tanaman yang banyak ditemui dan tumbuh dengan baik di berbagai daerah di Indonesia. Produksi buah pisang tiap tahunnya mengalami peningkatan di seluruh provinsi di Indonesia. Pada tahun 2010 produksi pisang mencapai 5.755.073 ton, tahun 2011 mengalami kenaikan sebanyak 6.132.695 ton, selanjutnya mengalami peningkatan kembali pada tahun 2012 dan tahun 2013 sebanyak 6.189.413 ton dan 6.279.279 ton, serta pada tahun 2014 produksi pisang sebanyak 6.862.588 ton (Anonymous, 2015). Produksi buah pisang yang tinggi tidak menutup kemungkinan tingginya limbah kulit pisang yang dihasilkan. Kulit pisang merupakan limbah dari buah pisang yang cukup banyak jumlahnya dan belum dimanfaatkan secara maksimal, melainkan hanya sebagai limbah tidak berguna. Menurut Mohapatra *et al.*, (2010), limbah kulit pisang ini dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak ruminansia maupun nonruminansia. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Nuraini, Mahata dan Djulardi (2014) bahwa limbah kulit pisang ini dapat dimanfaatkan untuk cuka kulit pisang dan pakan ternak ruminansia. Di Indonesia pisang terdapat berbagai macam varietas yang telah di budidayakan antara lain pisang raja, pisang susu, pisang ambon, pisang batu dan pisang kepok (Ambarita, Bayu dan Setiado, 2015). Jenis pisang yang banyak digunakan oleh industri pengolahan pisang yaitu pisang kepok.



Gambar 2. Pisang Kepok Merah

Pisang kepok memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
 Sub Kindom : *Trachebionta*
 Divisi : *Magnoliophyta*
 Sub Divisi : *Spermatophyta*
 Class : *Liliopsida*
 Sub Class : *Zingiberidae*
 Ordo : *Zingiberales*
 Famili : *Musaceae*
 Genus : *Musa*
 Spesies : *Musa paradiasca L.*

Kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak hal ini ditinjau berdasarkan kandungan nutriennya. Kulit pisang mempunyai kandungan pati (3%), protein kasar (6-9%), lemak kasar (3,8-11%), serat (43,2-49,7%) dan asam lemak ganda tak jenuh, terutama asam linoleat dan α -linoleat, pectin, asam amino esensial (leusin, valin, fenilalanin dan treonin) dan mikronutrien (K, P, Ca, Mg). Kulit pisang juga mengandung lignin (6-12%), pektin (10-21%), selulosa (7,6-9,6%), hemiselulosa (6,4-9,4%) dan asam galaktouronat (Mohapatra *et al.*, 2010). Pernyataan berbeda dilaporkan oleh Sukowati,

Sutikno dan Rizal (2014) bahwa kulit pisang kepek dianalisis kadar lignoselulosanya dan hasil analisis menunjukkan bahwa kulit pisang kepek mengandung komponen lignin, selulosa dan hemiselulosa berturut turut sebesar 21,29%, 14,56% dan 23,20%. Perbedaan kandungan tersebut dapat disebabkan oleh adanya perbedaan kandungan nutrisi dari masing masing jenis kulit pisang.

Menurut Sarwono (2001), kulit pisang kurang baik dijadikan bahan baku untuk pakan ternak karena kandungan serat kasar yang tinggi yaitu 10,1% dengan BETN 60,7% serta memiliki kandungan tanin 0,042%. Salah satu cara untuk menurunkan serat kasar kulit pisang serta menghilangkan kandungan tanin tersebut adalah dengan melakukan fermentasi.

1.2 Fermentasi

Fermentasi merupakan proses penguraian molekul-molekul organik kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana yang tidak larut menjadi larut sehingga dapat meningkatkan nilai cerna bahan organik (Anggraeny dan Umiyasih, 2009). Menurut Achinewhu, Barber dan Ijeoma (1998), proses fermentasi dilakukan untuk meningkatkan nutrisi pakan melalui biosintesis vitamin, asam amino, esensial dan protein dengan meningkatkan ketersediaan mikronutrien dan membantu mendegradasi faktor antinutrisi. Damodaran dan Paraf (1997) juga menjelaskan bahwa fermentasi juga dapat memperbaiki penyimpanan bahan pakan dan meningkatkan protein terlarut.

Winarno dan Fardiaz (1980) menyatakan bahwa proses fermentasi menguntungkan karena dapat memperbaiki mutu bahan pakan baik dari aspek gizi maupun daya cerna serta meningkatkan daya simpannya. Pernyataan tersebut didukung

oleh Sarwono (2001), produk fermentasi biasanya mempunyai nilai nutrisi yang lebih tinggi daripada bahan aslinya karena adanya enzim yang dihasilkan dari mikroba itu sendiri. Proses fermentasi dapat dikatakan sebagai proses “*protein enrichment*” yang berarti proses pengkayaan protein bahan dengan menggunakan mikroba tertentu.

Proses fermentasi memerlukan bahan yang mudah dicerna oleh mikroba seperti karbohidrat mudah larut. *Pollard* merupakan salah satu bahan yang mudah larut yang berasal dari pengayakan dari proses penggilingan gandum menjadi tepung terigu (Anonimous, 2016a). Potensi *pollard* cukup besar untuk digunakan sebagai bahan aditif ternak ruminansia karena tingginya konsumsi tepung di Indonesia (1,356kg/kapita/tahun) (Anonimous, 2016 b), *pollard* juga tidak bersaing dengan manusia dan merupakan bahan sumber energi dan protein (Susanti dan Marhaeniyanto, 2007). *Pollard* memiliki kandungan nutrisi sebagai berikut, bahan kering 89,66%, abu 3,49%, protein kasar 15,15%, lemak kasar 5,18%, serat kasar 7,08% dan memiliki WSC (*Water Soluble Carbohydrate*) sebesar 12,52% (Despal dkk., 2011). McDonald, Henderson dan Heron (1991) menyebutkan bahwa WSC optimal dalam proses fermentasi untuk mendukung pertumbuhan BAL adalah 3-5%. Menurut Bata (2008), WSC dapat menstimulasi pertumbuhan BAL selama proses fermentasi, penyedia sumber energi dan mempercepat penurunan pH pada proses fermentasi.

EM4 (*Effective Microorganism-4*) merupakan salah satu probiotik yang dapat digunakan untuk membantu mempercepat proses fermentasi. EM4 adalah campuran kultur yang mengandung *Lactobacillus*, jamur fotosintetik, bakteri fotosintetik, *Actinomycetes*, dan ragi (Anonimous, 1998). EM4 telah dibuktikan mempunyai kemampuan untuk menurunkan

kadar serat kasar dan meningkatkan palatabilitas bahan pakan. Penambahan bahan aditif sumber energi seperti *pollard* akan dapat mengoptimalkan pertumbuhan mikrobia efektif (Raudati, 2000; Raudati dkk., 2001).

Menurut Maman (1994), sifat-sifat dari *Effective Microorganism-4 (EM4)* adalah sebagai berikut:

- 1) EM4 adalah suatu cairan berwarna coklat dengan bau yang enak. Apabila baunya busuk atau tidak enak, berarti mikroba-mikroba tersebut telah mati dan harus dicampur dengan air untuk menghentikan tumbuhnya gulma (rumput liar).
- 2) EM4 harus disimpan di tempat teduh
- 3) Bahan-bahan organik dapat difermentasikan dalam waktu yang singkat
- 4) Makanan-makanan untuk *Effective Microorganism-4 (EM4)* termasuk bahan organik, molases, rabuk hijau, kotoran hewan dan bekatul.

Tabel 1. Komposisi Bioaktivator EM4

No	Jenis Mikroba dan Unsur Hara	Nilai
1	<i>Lactobacillus</i>	$8,7 \times 10^5$
2	Bakteri Pelarut Fosfat	$7,5 \times 10^6$
3	Ragi/ <i>Yeast</i>	$8,5 \times 10^6$
4	<i>Actinomycetes</i>	+
5	Bakteri Fotosintetik	+
6	Ca (ppm)	1,675
7	Mg (ppm)	597
8	Fe (ppm)	5,54
9	Al (ppm)	0,1
10	Zn (ppm)	1,90
11	Cu (ppm)	0,01
12	Mn (ppm)	3,29
13	Na (ppm)	363

Sumber: Laboratorium Fakultas MIPA IPB Bogor (2006).

1.3 Produksi Gas secara *In vitro*

Metode *in vitro* adalah suatu metode pendugaan pencernaan secara tidak langsung yang dilakukan di laboratorium dengan meniru proses yang terjadi didalam saluran pencernaan ruminansia. Keuntungan metode *in vitro* adalah waktu lebih singkat dan biaya lebih murah apabila dibandingkan metode *in vivo*, pengaruh terhadap ternak sedikit serta dapat dikerjakan dengan menggunakan banyak sampel pakan sekaligus. Metode *in vitro* bersama dengan analisis kimia saling menunjang dalam membuat evaluasi pakan hijauan (Pell, Cherney dan Jones, 1993). Sedangkan menurut Kurniawati (2007), teknik *in vitro* produksi gas merupakan salah satu metode untuk melakukan evaluasi kualitas pakan terutama untuk ruminansia. Produksi gas selama inkubasi merupakan

produk buangan dari fermentasi substrat didalam tabung seperti gas CH_4 , CO_2 , O_2 , H_2S dan gas lainnya. Produksi gas menggambarkan tingkat proses fermentasi yang terjadi, sehingga diperoleh informasi mengenai laju produksi gas sesuai dengan sifat kimia bahan pakan yang diujikan. Informasi ini juga erat kaitannya dengan proses fermentasi dan degradasi substrat didalam tabung fermentor selama inkubasi. Analisa dengan teknik produksi gas merupakan salah satu cara untuk evaluasi kualitas pakan yang cukup murah dan bermanfaat.

Salah satu kelemahan dari teknik *in vitro* diantaranya populasi bakteri dalam tabung fermentor selama masa pengukuran atau masa inkubasi sulit terjaga (Johnson, 1996). Populasi mikroba juga dipengaruhi oleh pH dalam rumen, Menurut Dehority dan Tirabasso (2001) nilai pH rumen terendah umumnya dicapai antara dua sampai enam jam setelah makan. Nilai pH media *in vitro* yang diukur setelah 4 jam fermentasi dikategorikan ke dalam pH optimal yakni pada kisaran 6,9 sampai 7,0 (Ørskov dan Ryle, 1998). Nilai pH rumen yang rendah dihubungkan dengan penurunan degradasi serat, penurunan rasio asetat/propionat, dan penurunan CH_4 (Dijkstra, 2012).

Gas yang terdapat dalam cairan rumen yaitu CO_2 , CH_4 , H_2 dengan kandungan sebesar 40%, 30-40%, 5% dan sisanya berupa O_2 dan N. Kebanyakan produksi gas akan hilang melalui proses eruktasi, apabila gas terakumulasi dalam tubuh ternak maka dapat menyebabkan kembung pada ternak. Laju produksi gas dalam rumen terjadi paling cepat setelah pemberian pakan yaitu sebesar 30 liter/jam (McDonald *et al.*, 2010). Pengamatan produksi gas terdiri dari 3 yaitu pengamatan produksi gas total, nilai potensi produksi gas (b) dan laju produksi gas (c). Menurut Ørskov dan McDonald (1979) b menunjukkan parameter produksi gas yang didefinisikan sebagai fraksi terlarut dan

menunjukkan banyaknya pakan yang dicerna, sedangkan nilai laju produksi gas (c) menggambarkan kecepatan mikroba rumen dalam mencerna pakan.

Produksi gas yang dihasilkan dari fermentasi dalam rumen ternak digunakan untuk mengetahui tingkat degradasi pakan perlakuan (Blummel dan Becker, 1997). Produksi gas dapat menjadi indikator degradasi karbohidrat dalam rumen, serta dapat digunakan sebagai parameter untuk memprediksi kecernaan dan sintesa protein mikroba (Sallam, 2005). Makkar, Blummel dan Becker (1995) melaporkan bahwa semakin tinggi produksi gas maka substrat yang terdegradasi semakin banyak dan substrat yang terdegradasi tergantung pada jumlah mikroba dalam rumen. Proses fermentasi mikroba dalam rumen dapat merombak pakan menjadi senyawa yang berbeda, seperti karbohidrat menjadi *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan protein menjadi asam amino (McDonald, Edwards, Greenhalgh dan Morgan (2002). Apabila kandungan nutrisi karbohidrat dalam pakan tinggi, maka populasi mikroba akan menjadi lebih efisien dalam hal produksi ATP dan sintesis mikroba (Russell dan Stobel, 1993). Sallam (2005) melaporkan bahwa produksi gas dari fermentasi protein relatif sedikit dibandingkan dari fermentasi karbohidrat. Peningkatan laju degradasi protein akan meningkatkan konsentrasi amonia, sedangkan peningkatan laju degradasi karbohidrat dapat menurunkan konsentrasi amonia dalam rumen. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Getachew, DePeters dan Robinson (2004) yang menyatakan bahwa peningkatan karbohidrat yang tersedia dapat meningkatkan pertumbuhan mikroba dan kadar nitrogen dalam bentuk amonia berkurang bahkan hilang dari rumen.

Bahan organik merupakan bahan kering yang telah dikurangi abu. Komponen bahan kering apabila difermentasi di

dalam rumen akan menghasilkan asam lemak terbang yang merupakan sumber energi bagi ternak. Menurut Hungate (1996) semakin tinggi nilai BO pada bahan pakan akan menyebabkan nilai laju produksi gas (c) menjadi semakin meningkat. Mikroba rumen akan mencerna karbohidrat, sebagian protein, dan lemak menjadi VFA, amonia (NH_3), gas CO_2 , dan metan. Pada ternak ruminansia, gas metana yang dihasilkan dari fermentasi bahan organik di dalam rumen akan dikeluarkan dari tubuh sehingga kehilangan sebagian energi dari pakan. Sekitar 2-15% dari energi kasar pakan hilang dalam bentuk metana (Holter dan Young, 1992). Sumber energi dari pakan yang terbuang menyebabkan efisiensi penggunaan pakan rendah, Selain itu juga tidak baik untuk lingkungan dan menjadi salah satu gas rumah kaca yang berkontribusi memberikan efek membentuk lapisan rumah kaca sehingga menjadi pemicu pemanasan global (Anonimous, 2006).

Mikroba rumen membutuhkan nutrien yang sangat kompleks, tetapi untuk aktivitas sintesis protein tubuhnya, mutlak harus tersedia sumber energi maupun bahan dasar lain yang cukup. Protein disintesis dari lima unsur utama (C, H, O, N dan S), sehingga mikroba rumen dapat mensintesis asam amino penyusun sel tubuhnya dari karbohidrat, nitrogen bukan protein, serta sulfur organik maupun inorganik. Proses sintesis dapat berjalan optimal, apabila energi maupun bahan dasar tersebut tersedia dalam jumlah yang memadai dan seimbang (Campbell dan Reece, 2005). Suwandastyuti dan Rimbawanto (2015) menyatakan bahwa untuk mencapai sintesis protein atau pertumbuhan mikroba rumen yang optimal, serta menghindari terjadinya penyerapan amonia yang berlebihan, maka ransum percobaan perlu ditambah karbohidrat mudah terfermentasi. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Kurniawati (2004) yang

menyatakan bahwa penambahan karbohidrat dalam pakan dapat meningkatkan aktivitas metabolisme mikroba, laju pertumbuhan dan laju degradasi substrat oleh mikroba rumen.

Suharlina, Permana dan Abdullah (2008) menyatakan bahwa kandungan BO dalam proses fermentasi akan menghasilkan VFA yang digunakan sebagai sumber energi utama bagi ternak dan sumber kerangka karbon untuk pembentukan protein mikroba. Qori'ah, Suroso dan Sutrisno (2016) menyatakan bahwa ternak ruminansia memperoleh asupan sumber protein terbesar berasal dari protein mikroba yaitu sekitar 60–80%, sisanya berasal dari protein pakan dan protein enzim. Ketersediaan amonia dalam rumen mempengaruhi populasi mikroba rumen yang berdampak pada sintesis protein mikroba. Menurut Puastuti (2010), urea merupakan salah satu sumber amonia yang dapat ditambahkan dalam pakan akan tetapi pemberiannya diimbangi dengan bahan pakan sumber karbohidrat untuk mendukung proses fermentasi dalam rumen.

Beraskan penelitian Firsoni dan Lisanti (2017) mengenai perbandingan produksi gas bahan pakan dengan kandungan protein yang berbeda menunjukkan bahwa kulit kacang tanah yang memiliki kandungan protein kasar sebesar 8,4% menghasilkan produksi gas total 11 ml/200 mg BK, hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan jerami padi dan jerami padi fermentasi dengan kandungan protein 4,55% dan 6,56% yang menghasilkan total produksi gas sebesar 43,21 ml/200 mg BK dan 38,85 ml/200 mg BK. Perbedaan sifat kimia pakan akan memberikan nilai produksi gas yang berbeda. Pakan sumber karbohidrat akan menghasilkan produksi yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pakan sumber protein. Pellikaana *et al.*, (2011) menyatakan bahwa produksi gas merupakan

gambaran dari bahan organik yang difermentasi dengan baik di rumen.

Prayitno, Fitria dan Samsi (2014) menyatakan bahwa produksi VFA dan CH_4 sangat tergantung dari jenis pakan dan sistem pemberian. Umumnya pakan berserat akan menghasilkan asam asetat dan CH_4 (methan) lebih tinggi dibandingkan pakan asal biji-bijian. Hal tersebut didukung oleh pendapat Johnson dan Johnson 1995; Moss, Jouany, dan Newbold, (2000) yang menyatakan bahwa peningkatan kadar serat dalam ransum menghasilkan rasio asetat propionat dan produksi CH_4 yang lebih tinggi.

Produksi gas berkaitan dengan produksi VFA (*Volatile Fatty Acid*) yaitu semakin tinggi produksi VFA akan semakin tinggi pula produksi gas yang dihasilkan. Produksi gas yang dihasilkan merupakan suatu kinetika yang artinya semakin lama waktu inkubasi maka akan semakin tinggi produksi gas yang terbentuk akibat dari perkembangan mikroba. Bahan organik pakan yang mulai berkurang menyebabkan laju produksi gas semakin rendah dan akhirnya berhenti (Hartutik, 2012).

Wallace, Atasoglu dan Newbold (1999) menyatakan bahwa ternak ruminansia merupakan ternak yang sangat tidak efisien dalam retensi pakan sumber protein. Protein pakan setelah masuk ke dalam rumen akan segera didegradasi secara cepat menjadi peptida yang merupakan senyawa antara. Peptida selanjutnya didegradasi menjadi bentuk yang lebih sederhana, yaitu amonia yang segera hilang melalui difusi dinding rumen. Hilangnya amonia dapat menurunkan efisiensi pemanfaatan protein. Efisiensi pemanfaatan protein pakan dipengaruhi oleh laju degradasi protein yang sangat cepat yang tidak seimbang dengan ketersediaan sumber energi yang cepat dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroba rumen. Penambahan sumber

protein tidak dapat menstimulasi pertumbuhan mikroba rumen tanpa diimbangi penambahan sumber karbohidrat mudah terdegradasi.

1.4 Nilai ME (*Metabolizable Energy*) dan NE (*Net Energy*)

Metabolizable energy (ME) diestimasi dengan menggunakan persamaan Menke dan Steingass (1988), dimana kandungan energi metabolis ransum dihitung dari produksi gas dan kandungan protein kasar serta serat kasarnya. Menke dan Steingass (1988) melaporkan bahwa terdapat korelasi antara nilai ME yang diukur secara *in vivo* dengan produksi gas *in vitro* (24 jam) dan komposisi kimia pakan. Menke *et al.* (1979) menyatakan bahwa volume gas pada 24 jam setelah inkubasi memiliki hubungan langsung dengan nilai ME pakan. Menurut Larbi *et al.* (1998), ME berkorelasi positif dengan kadar protein karena protein merupakan salah satu faktor pembatas pertumbuhan mikroba.

Energi bruto/*gross energy* merupakan energi keseluruhan yang ada dalam pakan ternak, energi tersebut tidak dapat dicerna seluruhnya. Energi dalam pakan akan terbuang melalui feses, urine, dan gas metan. ME (*Metabolizable Energy*) merupakan energi yang dapat dimanfaatkan oleh ternak (Sunstol, 1993). Jenet (2005) melaporkan bahwa nilai ME untuk sapi potong pada fase *growth* yaitu 8,9 MJ/Kg BK. Menurut McDonald, Edwards, dan Grenhalgh (1995), Energi metabolis sangat penting diketahui dalam proses penyusunan pakan dan nilainya dipengaruhi oleh kandungan dan keseimbangan nutrisi dan bahan pakan.

Proses pencernaan oleh ternak selalu diikuti dengan hilangnya (lepasnya) energi yang dikenal dengan nama energi termis (*heat increment*). Hasil pengurangan antara ME dan

energi termis disebut energi *neto* (*net energy*). Energi *neto* merupakan energi yang tersedia bagi ternak untuk pokok hidup dan berbagai produksi (Purbowati, dkk., 2008). *Net Energy* (NE) digunakan untuk tiga keperluan dasar: (1) dipandang sebagai simpanan energi untuk melakukan fungsi pokok, seperti mempertahankan organ-organ tubuh dari posisinya, menggerakkan internal organ dan bahkan untuk mencukupi keperluan energi untuk berdiri yang akhirnya semua energi ini dinyatakan sebagai panas; (2) dapat digunakan untuk menghasilkan gerakan eksternal. Pertama dan kedua disebut *Net Energy for Maintenance* (NEM); (3) *Net Energy* dapat disimpan sebagai energi kimia dalam tubuh. Simpanan energi ini dapat digunakan ternak dikemudian apabila diperlukan (Tillman dkk, 1994).





BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 8 Februari sampai 11 Maret 2018. Pembuatan fermentasi kulit pisang, pencampuran pakan, analisa kandungan nutrisi dan produksi gas dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang.

3.2 Materi Penelitian

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan untuk fermentasi dan penyusunan pakan lengkap yaitu : Limbah kulit pisang kepek, *Pollard* , EM4 (*Effective Microorganism-4*), rumput gajah, daun gamal, konsentrat. Kandungan nutrisi bahan baku fermentasi dan pakan lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan nutrisi bahan baku fermentasi dan pakan lengkap

Bahan	BK (%)*	BO (%)*	PK (%)*	SK (%)*	LK (%)*	Abu (%)*
Kulit Pisang	14,76	84,34	4,25	12,36	15,58	15,66
<i>Pollard</i>	88,60	94,75	10,02	11,75	3,88	5,25
Konsentrat	88,30	83,46	16,86	14,03	3,85	16,54
Rumput Gajah	13,83	82,23	7,51	34,57	2,71	17,77
Daun Gamal	22,29	89,85	15,54	17,12	5,69	10,15

Keterangan : *) Berdasarkan 100% BK

Hasil analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya (2018)

- a. Bahan Kimia untuk Analisa Proksimat dan Produksi Gas

Aquades, NaHCO_3 , NH_4HCO_3 , Na_2HPO_4 , KH_2HPO_4 , MgSO_4 , H_2O , NaCl , CaCl , MnCl_2 , CoCl , FeCl , Na_2S , rezazurin, , gas CO_2 , H_2SO_4 , NaOH , HCl , aceton, EDTA, N-Hexan dan cairan rumen.

3.2.2 Alat

- a. Alat untuk Fermentasi dan Penyusunan Pakan Lengkap

Plastik, *polybag*, timbangan, oven 60°C , loyang, *vacuum*, tali rafia, *spray*, *grinder* dan gunting.

- b. Alat untuk Analisa Proksimat dan Produksi Gas

Cawan porselin, eksikator, oven 105°C , penjepit, timbangan, labu *kjeldahl*, erlenmeyer, *beaker glass*, buret, pipet, tanur, alat ekstraksi goldfish, selongsong S, kertas whatman, *syringe*, piston, *waterbath*, selang berkli, kain penyaring, termometer, *heater*, *magnetic stirrer*, labu ukur, inkubator, termos cairan rumen.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode percobaan RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah penambahan fermentasi kulit pisang dalam pakan lengkap dengan proporsi yang berbeda. Berikut perlakuan dari penelitian ini :

P_0 : 40% Konsentrat + 60% Hijauan (Rumput Gajah + Gamal)

P_1 : 40% Konsentrat + 60% Hijauan (Rumput Gajah + Gamal)
+ 5% K. Pisang Terfermentasi

P_2 : 40% Konsentrat + 60% Hijauan (Rumput Gajah + Gamal)
+ 10% K. Pisang Terfermentasi

P₃ : 40% Konsentrat + 60% Hijauan (Rumput Gajah + Gamal)
+ 15% K. Pisang Terfermentasi

P₄ : 40% Konsentrat + 60% Hijauan (Rumput Gajah + Gamal)
+ 20% K. Pisang Terfermentasi

Prosedur pembuatan fermentasi kulit pisang sebagai berikut :

1. Limbah kulit pisang kepok didapatkan dari pengolahan pisang di Galunggung, Malang. Limbah kulit pisang kepok sebanyak 204 gram dipotong menjadi bagian-bagian kecil dan di oven dengan suhu 60°C selama 4 jam untuk menurunkan kadar airnya. Kulit pisang kepok yang digunakan yaitu kulit pisang kepok yang berwarna merah dan belum mengalami pembusukan.
2. Kulit pisang kepok yang telah dioven selama 4 jam kemudian dicampur dengan *pollard* sebanyak 11,29 gram (Berdasarkan 10% BK). Kemudian ditambahkan EM4 sebanyak 6 ml dengan cara disemprot dan dihomogenkan dengan bahan lainnya.
3. Bahan-bahan yang telah homogen dimasukkan dalam kantong plastik dan dilapisi dengan *polybag*. Udara dalam plastik dikeluarkan menggunakan *vacuum* dan diikat untuk menjaga kondisi *anaerob*.
4. Kulit pisang kepok yang telah dicampur dengan bahan lainnya disimpan selama 7 hari dalam ruang fermentasi.
5. Kulit pisang kepok yang telah difermentasi selama 7 hari ditimbang terlebih dahulu kemudian di oven dengan suhu 60°C selama ± 3 hari hingga kering dan ditimbang kembali.

6. Bahan yang telah ditimbang kemudian dihaluskan menggunakan *grinder* untuk dilakukan pencampuran dengan pakan lengkap.

Prosedur pembuatan pakan lengkap:

1. Rumput gajah yang terdiri dari batang hingga daun (umur 60 hari) di *chopper* dan ditimbang untuk menghitung BK udara. Kemudian rumput gajah dioven dengan suhu 60°C selama ± 3 hari dan ditimbang kembali. Rumput gajah yang telah kering dihaluskan menggunakan *grinder*.
2. Daun gamal yang digunakan dalam penelitian ini merupakan campuran dari daun gamal muda dan tua yang dapat dilihat dari perbedaan warna daunnya. Daun gamal dipotong dan ditimbang kemudian dioven dengan suhu 60°C selama ± 3 hari dan ditimbang kembali. Daun gamal yang telah kering dihaluskan menggunakan *grinder*.
3. Konsentrat yang didapatkan dari KUD Pujon sebelumnya dihaluskan menggunakan *grinder*. Bahan bahan seperti rumput gajah dan daun gamal dicampurkan dengan konsentrat dengan formulasi 40% konsentrat, 30% rumput gajah dan 30% daun gamal, (perhitungan formulasi bahan berdasarkan BK).
4. Pakan lengkap ditambahkan fermentasi kulit pisang sebanyak 5%, 10%, 15% dan 20% kemudian dianalisa proksimat dan produksi gas secara *in vitro*

3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang diukur pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.4.1 Pengukuran Produksi Gas Secara *In vitro*

Produksi gas yang diukur meliputi :

1. Produksi gas total pada inkubasi 0,4,8,12,24 dan 48 jam
2. Nilai potensi produksi gas (b) dan laju produksi gas (c)

3.4.2 Nilai ME (*Metabolizable Energy*) dan NE (*Net Energy*)

Mengukur nilai ME (*Metabolizable Energy*) dan NE (*Net Energy*)

3.5 Prosedur Pengukuran Variabel

3.5.1 Pengukuran Produksi Gas Secara *In vitro*

Pengukuran produksi gas dilakukan dengan pencatatan volume gas yang dihasilkan setelah inkubasi 0, 4, 8, 12, 24 dan 48 jam. Prosedur pengukuran produksi gas dapat dilihat pada Lampiran 7. Menurut kurniawati (2007), pengukuran produksi gas digunakan untuk memprediksi nilai pencernaan bahan pakan, pengaruh bahan pakan terhadap fermentasi dalam rumen serta pertumbuhan mikroba rumen. Sampel sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam *syringe glass* kemudian diinkubasi selama kurang lebih 24 jam. Sampel ditambahkan larutan yang terdiri dari cairan rumen, makro mineral, mikro mineral, *buffer*, *rezazurin*, dan reduktor. *Syringe glass* yang berisi cairan rumen dan sampel diinkubasi dalam *waterbath* dengan suhu 39°C selama 48 jam. Pencatatan volume gas dilakukan pada jam ke 0,4,8,12,24, dan 24. Nilai produksi gas dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Produksi gas total} = [(V_{ts} - V_{0s}) - (V_{tb} - V_{0b})]$$

Keterangan :

V_{ts} = Volume gas sampel pada saat t jam (ml)

V_{0s} = Volume gas sampel pada saat 0 jam (ml)

V_{tb} = Volume gas blanko pada saat t jam (ml)

V_{0b} = Volume gas blanko pada saat 0 jam (ml)

1. Kinetika produksi gas (nilai b dan c) menurut (Makkar *et al.*, 1995), sebagai berikut :

$$Y = b (1 - e^{-ct})$$

Keterangan :

Y = Produksi gas pada saat t(ml/500mg BK)

b = Potensi produksi gas (ml/500 mg BK) pada “t”

c = Laju produksi gas (ml/jam)

t = Waktu inkubasi (jam)

e = eksponensial

3.5.2 Estimasi Nilai ME (*Metabolizable Energy*) dan NE (*Net Energy*)

Estimasi nilai *Metabolizable Energy* (ME) dan *Net Energy* (NE) dihitung berdasarkan banyaknya gas yang diproduksi (ml/200 mg) pada inkubasi 24 jam dan hasil analisa proksimat. Estimasi nilai ME dan NE dikembangkan oleh Menke dan Steingass (1988).

Estimasi nilai *Metabolizable Energy* (ME) dan *Net Energy* (NE) dihitung berdasarkan banyaknya gas yang diproduksi (ml/200 mg) pada inkubasi 24 jam dan hasil analisa proksimat. Estimasi nilai ME dan NE dikembangkan oleh Menke dan Steingass (1988).

$$ME = 2,20 + (0,13570 \times GP) + (0,0057 \times CP) + (0,000286 \times (EE)^2)$$

Keterangan:

ME	= <i>Metabolizable Energy</i> (MJ/Kg BK)
GP (<i>Gas Production</i>)	= Produksi gas inkubasi 24 jam (ml/200 mg BK)
CP (<i>Crude Protein</i>)	= Protein Kasar (g/kg BK)
EE (<i>Ether Extract</i>)	= Lemak kasar (g/kg BK)

$$NE = (0,0960 \times GP) + (0,0038 \times CP) + (0,000173 \times (EE)^2) + 0,54$$

Keterangan:

NE	= <i>Net Energy</i> (MJ/Kg BK)
GP (<i>Gas Production</i>)	= Produksi gas inkubasi 24 jam (ml/200 mg BK)
CP (<i>Crude Protein</i>)	= Protein Kasar (g/kg BK)
EE (<i>Ether Extract</i>)	= Lemak kasar (g/kg BK)

Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis menggunakan analisis varian dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA dan apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Berdasarkan Steel and Torrie (1995), Model matematika dari RAK ini sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan ke i , kelompok ke j)

μ = nilai rata-rata

T_i = pengaruh perlakuan ke i

β_j = pengaruh kelompok ke j

ε_{ij} = galat percobaan pada perlakuan ke i , kelompok ulangan ke j)

i = 1,2,...,t perlakuan

j = 1,2,...,r kelompok

$\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

3.7 Batasan Istilah

1. Produksi Gas : Parameter aktivitas mikroba rumen dalam mendegradasi pakan, semakin lama waktu inkubasi, produksi gas semakin meningkat
2. Fermentasi : Fermentasi merupakan proses pemecahan senyawa organik menjadi sederhana yang melibatkan mikroba, dengan tujuan menghasilkan suatu produk (bahan pakan) yang mempunyai kandungan nutrisi, tekstur, *biological availability* yang lebih baik serta menurunkan zat anti nutrienya.
3. ME : Energi yang dapat dimanfaatkan oleh ternak yang telah dikurangi energi yang hilang melalui feses, urine dan gas metan.
4. In Vitro : Metode pendugaan pencernaan secara tidak langsung yang dilakukan di laboratorium dengan meniru proses yang terjadi didalam saluran pencernaan ruminansia.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Kandungan Nutrien Bahan Baku dan Pakan Perlakuan

Hasil analisa proksimat kandungan nutrien bahan baku pembuatan fermentasi kulit pisang dan pakan lengkap tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan kandungan nutrien kulit pisang kepok

Bahan	BK (%)*	BO (%)*	PK (%)*	SK (%)*	LK (%)*	Abu (%)*
Kulit Pisang	14,76	84,34	4,25	12,36	15,58	15,66
Kulit Pisang Terfermentasi	19,40	88,96	5,92	10,92	11,62	11,55

Keterangan : *) Berdasarkan 100% BK

Hasil analisa Laboratorium Nutrisi dan
Makanan Ternak Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya (2018)

Berdasarkan kandungan nutrien kulit pisang kepok pada Tabel 3. menunjukkan bahwa kulit pisang kepok memiliki kandungan bahan kering 14,76%, bahan organik 84,34%, protein kasar 4,25%, serat kasar 12,36%, lemak kasar 15,58% dan abu 15,66%. Setelah dilakukan fermentasi kandungan protein kasar kulit pisang kepok mengalami peningkatan sebesar 39% dari 4,25% menjadi 5,49%. Hal

tersebut dikarenakan mikroba dalam EM4 terdapat mikroba yang menghasilkan enzim selulase dan protease yang mampu memecah ikatan protein. Selain itu, peningkatan protein kasar disebabkan protein sel tunggal dari mikroba yang berkembang selama proses fermentasi. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Nuraini, Mahata dan Djulardi (2014) yang menyatakan bahwa peningkatan kandungan protein kasar disebabkan oleh proses pengayaan protein bahan akibat proses fermentasi dengan bantuan mikroba dentik dengan pembuatan protein *single cell* dan proses tersebut tidak dapat dipisahkan antara sel mikroba yang tumbuh sesuai substratnya.

Kandungan serat kasar kulit pisang kepok yang telah difermentasi mengalami penurunan sebesar 12% dari 12,36% menjadi 10,92%. Hal tersebut disebabkan oleh degradasi serat oleh mikroba yang mengandung enzim selulase sehingga kandungan serat kasar pada kulit pisang kepok menurun. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Nuraini, Mahata dan Djulardi (2014) bahwa penurunan serat kasar disebabkan oleh mikroba yang mempunyai enzim selulase dan ligninase digunakan untuk merombak selulosa dan lignin. Kandungan lemak kasar mengalami penurunan sebesar 25% dari 15,58% menjadi 11,62%. Hal tersebut disebabkan oleh perombakan lemak menggunakan enzim lipase yang dihasilkan oleh mikroba sehingga kandungan lemak kasar pada kulit pisang kepok menjadi menurun. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Ginting dan Krisnan (2006) bahwa lemak dimanfaatkan sebagai sumber energi yang penting untuk perkembangan massa sel mikroba.

Berdasarkan kandungan nutrisi pada Tabel 3. maka kulit pisang kepok dapat dimanfaatkan menjadi bahan pakan

alternatif untuk ternak ruminansia. Hal tersebut didukung dengan pendapat Nuraini dkk., (2014) yang menyatakan bahwa limbah kulit pisang dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak ruminansia. Akan tetapi apabila ditinjau dari kandungan protein kasar yang rendah yaitu 4,25%, maka perlu perlakuan untuk meningkatkan kandungan nutrisi kulit pisang kepek. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu fermentasi, melalui fermentasi kandungan serat kasar, zat anti nutrisi dan lemak kasar pada kulit pisang kepek dapat diturunkan. Achinewhu *et al.*, (1998) menambahkan bahwa, proses fermentasi dilakukan untuk meningkatkan nutrisi pakan melalui biosintesis vitamin, asam amino esensial dan protein dengan meningkatkan ketersediaan mikronutrien dan membantu mendegradasi faktor antinutrisi. Selain untuk meningkatkan kandungan nutrisi pakan, fermentasi juga ditujukan untuk memperpanjang daya simpan kulit pisang kepek yang memiliki kadar air tinggi. Menurut Suparwi dan Utami (2014), kulit pisang memiliki kadar air sebesar 69% sehingga akan mempercepat pembusukan. Oleh karena itu, *pollard* ditambahkan dalam pembuatan fermentasi untuk mengikat air, sebagai media pertumbuhan dan sumber energi bagi mikroba. Despal dkk. (2011) menambahkan bahwa *Pollard* memiliki WSC (*Water Soluble Carbohydrate*) sebesar 12,52%. WSC merupakan karbohidrat mudah larut yang dimanfaatkan mikroba sebagai sumber energi untuk pertumbuhan. Bata (2008) menyatakan bahwa, WSC dapat menstimulasi pertumbuhan BAL selama proses fermentasi, penyedia sumber energi dan mempercepat penurunan pH pada proses fermentasi. Selain penambahan *pollard* dalam fermentasi, EM4 (*Effective Microorganism-4*) juga

ditambahkan sebagai probiotik yang dapat mempercepat proses fermentasi kulit pisang. Kandungan nutrisi pakan lengkap dengan penambahan kulit pisang kepek terfermentasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan nutrisi pakan lengkap dengan penambahan kulit pisang terfermentasi

Bahan	BK (%)*	BO (%)*	PK (%)*	SK (%)*	LK (%)*	Abu (%)*
P ₀	21,30	89,73	15,90	23,18	3,53	10,27
P ₁	20,62	89,62	15,61	22,92	4,29	10,38
P ₂	20,47	90,01	15,21	22,29	5,18	9,99
P ₃	19,60	89,93	14,12	21,33	5,23	10,07
P ₄	19,31	89,61	14,66	19,92	5,45	10,39

Keterangan : *) Berdasarkan 100% BK

Hasil analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya (2018)

Berdasarkan Tabel 4. kandungan nutrisi pakan perlakuan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara perlakuan kontrol dan perlakuan penambahan kulit pisang kepek terfermentasi. Kandungan protein kasar dan serat kasar mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya level penambahan kulit pisang terfermentasi, hal tersebut disebabkan oleh rendahnya kandungan protein kasar dan serat kasar pada kulit pisang kepek terfermentasi sehingga kandungan protein dan serat kasar pakan perlakuan mengalami penurunan. Kadar lemak pakan mengalami peningkatan dengan penambahan kulit pisang kepek

terfermentasi karena kulit pisang kepok terfermentasi sendiri memiliki kandungan lemak kasar yang tinggi yaitu sebesar 15,58% sehingga apabila ditambahkan dalam pakan lengkap dapat meningkatkan kandungan lemak kasar. Lemak kasar kulit pisang yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih tinggi apabila dibandingkan dengan penelitian Mohapatra *et al.*, (2010) yang menyatakan bahwa kandungan lemak kasar kulit pisang berkisar antara 3,8-11%, perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan varietas pisang yang digunakan.

1.2 Produksi Gas *In Vitro*

Pengukuran produksi gas bertujuan untuk mengetahui proses pencernaan yang terjadi dalam rumen. Gas yang dihasilkan menunjukkan adanya fermentasi pakan oleh mikroba rumen. Semakin tinggi produksi gas maka substrat yang difermentasi semakin banyak, produk akhir fermentasi dalam rumen berbeda-beda sesuai dengan bahan yang difermentasi. Menurut McDonald *et al.*, (2002), proses fermentasi mikroba dalam rumen dapat merombak karbohidrat menjadi *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan protein menjadi asam amino. Semakin banyak bahan organik yang terdegradasi maka produksi gas semakin meningkat. Hal tersebut didukung dengan pendapat Makkar *et al.*, (1995) yang menyatakan bahwa semakin tinggi produksi gas maka substrat yang terdegradasi semakin banyak dan substrat yang terdegradasi tergantung pada jumlah mikroba dalam rumen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kulit pisang kepok terfermentasi dalam pakan lengkap memberikan pengaruh yang tidak nyata ($P>0,05$) terhadap produksi gas. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan nutrisi antara

perlakuan kontrol dan pakan perlakuan cenderung sama. Adapun rata-rata hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan nilai produksi gas kumulatif inkubasi 48 jam

Perlakuan	Produksi gas inkubasi 48 jam (ml/500 mg BK)
P ₀	82,83±2,30
P ₁	83,02±1,89
P ₂	83,00±2,20
P ₃	84,47±1,78
P ₄	82,87±1,40

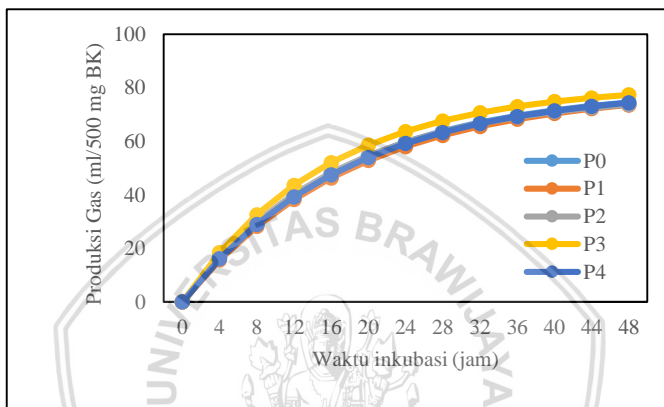
Berdasarkan Tabel 5. menunjukkan bahwa P₀ memiliki nilai produksi gas total inkubasi 48 jam lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Rendahnya produksi gas P₀ disebabkan oleh tingginya kandungan serat kasar pakan yang berpengaruh terhadap kemampuan mikroba untuk mendegradasi. Serat kasar merupakan bahan organik yang terdiri dari ikatan lignin dengan selulosa dan hemiselulosa dalam ikatan rangkap sehingga lebih sulit didegradasi mikroba. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Harfiah (2009), yang menyatakan bahwa lignin yang berikatan dengan serat lignoselulosa dan lignohemiselulosa menyebabkan degradasi pakan oleh mikroba rumen membutuhkan waktu yang lama dan sulit dicerna. Apabila substrat dalam pakan sulit dicerna maka produksi gas yang dihasilkan akan semakin kecil.

Penambahan kulit pisang kepok terfermentasi dalam pakan lengkap dapat mempengaruhi produksi gas total karena dengan penambahan kulit pisang kepok terfermentasi dapat meningkatkan kandungan karbohidrat dalam pakan. Menurut

Hikmatun (2014) kulit pisang kepok mempunyai kandungan karbohidrat sebesar 18,5% sehingga penambahan kulit pisang kepok dapat meningkatkan kandungan karbohidrat dalam pakan. Karbohidrat dalam kulit pisang merupakan karbohidrat non struktural yang mudah dicerna oleh mikroba sehingga gas yang dihasilkan semakin tinggi. Sallam (2005) menambahkan bahwa, produksi gas dari fermentasi protein relatif sedikit dibandingkan dengan fermentasi karbohidrat sehingga pakan yang ditambahkan fermentasi kulit pisang cenderung menghasilkan produksi gas lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol.

Berdasarkan Tabel 5. diketahui bahwa produksi gas pada P₄ lebih rendah dibandingkan dengan P₃, hal tersebut disebabkan oleh tingginya level penambahan kulit pisang kepok terfermentasi. Fermentasi kulit pisang kepok merupakan bahan pakan dengan kandungan lemak yang tinggi sehingga dapat mempengaruhi pencernaan serat kasar pada pakan. Diketahui bahwa P₄ memiliki kandungan lemak kasar lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Menurut Wina dan Susana (2013), bila kadar lemak di dalam pakan terlalu tinggi (diatas 5% dari total ransum) maka akan timbul pengaruh negatif lemak terhadap pencernaan serat pakan di dalam rumen. Ada beberapa alasan mengapa lemak dapat menimbulkan pengaruh negatif menurut Palmquist dan Jenkins (1980), yaitu: 1) lemak akan menyelubungi serat pakan sehingga mikroba rumen tidak mampu mendegradasi serat; 2) lemak PUFA (*Polyunsaturated Fatty Acid*) bersifat toksik terhadap bakteri rumen tertentu sehingga terjadi perubahan populasi mikroba di dalam rumen; 3) pengaruh negatif asam lemak terhadap membran sel sehingga

menghambat aktivitas mikroba rumen; 4) asam lemak rantai panjang akan membentuk kompleks dengan kation-kation sehingga ketersediaan kation di dalam rumen berkurang yang mungkin mempengaruhi kondisi pH rumen dan kebutuhan mikroba akan kation.



Gambar 2. Grafik Produksi Gas

Berdasarkan Gambar 2. Menunjukkan bahwa produksi gas yang dihasilkan semakin meningkat seiring bertambahnya waktu inkubasi. Hal tersebut dikarenakan bahan organik yang dapat difermentasi pada awal inkubasi sedikit sehingga produksi gas yang dihasilkan rendah. Semakin banyak bahan organik yang difermentasi mikroba maka produksi gas semakin meningkat dan akan mengalami penurunan apabila bahan organik yang dapat dicerna mulai berkurang. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Hartutik (2012) yang menyatakan bahwa produksi gas yang dihasilkan merupakan suatu kinetika, yang artinya semakin lama waktu inkubasi maka akan semakin tinggi produksi gas yang terbentuk akibat dari perkembangan mikroba, kemudian

setelah bahan organik pakan mulai berkurang maka laju produksi gas semakin rendah dan akhirnya berhenti. Produksi gas total pada masing masing waktu inkubasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Produksi gas total pakan lengkap (ml/500 mg BK)

Perlakuan	Inkubasi				
	4 jam	8 jam	12 jam	24 jam	48 jam
P0	15,17	33,40	47,25	68,62	82,83
P1	14,92	33,31	46,32	68,20	83,02
P2	15,43	34,63	47,19	69,39	83,00
P3	15,18	35,69	49,09	70,74	84,47
P4	14,35	34,33	47,41	69,51	82,87

Berdasarkan Tabel 6. diketahui bahwa pakan dengan kandungan serat kasar tinggi menghasilkan produksi gas lebih rendah karena serat kasar merupakan komponen yang sulit dicerna oleh mikroba sehingga proses degradasi menjadi semakin lamban. Hal tersebut dapat dilihat dari total produksi gas pada masing masing waktu inkubasi pada P₀ menghasilkan produksi gas yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan pada pakan dengan penambahan kulit pisang kepok terfermentasi P₄ menghasilkan produksi gas terendah dan lamban dalam mendegradasi. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan lemak yang paling tinggi diantara perlakuan lainnya. Lemak diketahui dapat memproteksi serat kasar sehingga sulit dicerna oleh mikroba dan berdampak pada rendahnya produksi gas yang dihasilkan. Menurut Wina dan Susana (2013), bila kadar lemak di dalam pakan terlalu tinggi (diatas 5% dari total

ransum) maka akan timbul pengaruh negatif lemak terhadap pencernaan serat pakan di dalam rumen.

1.3 Nilai Potensi Produksi Gas dan Laju Produksi Gas

Laju produksi gas per ml dapat diketahui dengan mengetahui nilai produksi gas yang dapat diterjemahkan dalam bentuk nilai parameter fermentasi sesuai dengan pernyataan Ørskov dan McDonald (1979) yang menyatakan bahwa nilai potensi produksi gas (b) menunjukkan parameter produksi gas yang didefinisikan sebagai fraksi terlarut dan menunjukkan banyaknya pakan yang dicerna, sedangkan nilai laju produksi gas (c) menunjukkan kecepatan mikroba rumen dalam mencerna pakan. Hasil analisis potensi produksi gas dan laju produksi gas disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rataan nilai potensi produksi gas (b) dan laju produksi (c)

Perlakuan	Nilai b (ml/500 mg BK)	Nilai c (ml/jam BK)
P0	92,140±5,154	0,059±0,010 ^a
P1	85,946±1,330	0,056±0,008 ^a
P2	87,938±2,247	0,065±0,009 ^b
P3	87,573±1,759	0,068±0,006 ^b
P4	90,385±2,061	0,060±0,003 ^{ab}

Keterangan : ^{a-b} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang nyata ($P<0,05$) pada nilai laju produksi gas (c)

Hasil analisis ragam terhadap nilai rata rata potensi produksi gas (b) menunjukkan pengaruh yang tidak nyata ($P>0,05$) pada masing masing perlakuan. Berdasarkan Tabel

7. diketahui bahwa nilai b mengalami penurunan seiring bertambahnya level penambahan kulit pisang kepok terfermentasi. Fermentasi kulit pisang kepok memiliki kandungan protein yang rendah sehingga apabila ditambahkan dalam pakan lengkap menyebabkan penurunan kandungan protein dalam pakan. Penurunan nilai b disebabkan oleh kandungan protein yang semakin rendah. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Nashlai, Siaw, dan Osuji (1994) yang menyatakan bahwa protein kasar pada pakan memiliki korelasi positif terhadap potensial produksi gas.

Penambahan kulit pisang terfermentasi dalam pakan lengkap memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai laju produksi gas (c). Nilai c merupakan laju produksi gas yang terjadi pada waktu 0-48 jam dengan nilai tertinggi dihasilkan P_3 yakni sebesar 0,068 ml/jam. Nilai c cenderung mengalami peningkatan seiring dengan penambahan level pemberian kulit pisang kepok terfermentasi. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi level penambahan kulit pisang kepok terfermentasi akan menurunkan kandungan serat kasar pada pakan. Serat kasar merupakan bahan yang sulit dicerna oleh mikroba rumen sehingga laju degradasi bahan semakin rendah. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Harfiah (2009) yang menyatakan bahwa serat kasar sulit dicerna karena ada ikatan antara lignin dengan serat lignoselulosa dan lignohemiselulosa sehingga degradasi pakan oleh mikroba rumen membutuhkan waktu yang lama. Selain menurunkan kandungan serat kasar, penambahan kulit pisang kepok terfermentasi dapat meningkatkan kandungan karbohidrat dalam pakan yang berpengaruh terhadap laju produksi gas. Karbohidrat dalam pakan dimanfaatkan mikroba sebagai

sumber energi untuk mendegradasi pakan. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Kurniawati (2004) yang menyatakan bahwa, penambahan karbohidrat dalam pakan dapat meningkatkan aktivitas metabolisme mikroba, laju pertumbuhan dan laju degradasi substrat oleh mikroba rumen. Laju produksi gas mengalami penurunan pada P₄ yaitu dari 0,068 ml/jam BK menjadi 0,060 ml/jam BK. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan lemak kasar yang tinggi dapat melindungi serat kasar sehingga sulit dicerna mikroba dan berdampak pada menurunnya laju produksi gas yang dihasilkan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Wina dan Susana (2013) yang menyatakan bahwa kadar lemak dalam pakan terlalu tinggi (diatas 5% dari total ransum) maka akan timbul dampak negatif terhadap pencernaan serat dalam pakan. Palmquist dan Jenkins (1980) menambahkan beberapa dampak negatif lemak terhadap pencernaan yaitu : 1) lemak akan menyelubungi serat pakan sehingga mikroba rumen tidak mampu mendegradasi serat; 2) lemak PUFA (*Polyunsaturated Fatty Acid*) bersifat toksik terhadap bakteri rumen tertentu sehingga terjadi perubahan populasi mikroba di dalam rumen; 3) pengaruh negatif asam lemak terhadap membran sel sehingga menghambat aktivitas mikroba rumen; 4) asam lemak rantai panjang akan membentuk kompleks dengan kation-kation sehingga ketersediaan kation di dalam rumen berkurang yang mungkin mempengaruhi kondisi pH rumen dan kebutuhan mikroba akan kation.

1.4 Estimasi Nilai ME (*Metabolizable Energy*) dan (NE) *Net Energy*

Metabolizable energy (ME) diestimasi dengan menggunakan persamaan Menke dan Steingass (1988) dimana kandungan energi metabolis ransum dihitung dari produksi gas dan kandungan protein kasar serta lemak kasarnya. Menke and Steingass (1988) melaporkan bahwa terdapat korelasi antara nilai ME yang diukur secara *in vivo* dengan produksi gas *in vitro* (24 jam) dan komposisi kimia pakan. Oleh karena itu, estimasi nilai ME ransum dihitung dari produksi gas pada inkubasi 24 jam. Adapun rata-rata nilai ME dan NE pakan lengkap dengan penambahan kulit pisang terfermentasi dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rataan nilai ME dan NE pakan lengkap

Perlakuan	Nilai ME (MJ/Kg BK)	Nilai NE (MJ/Kg BK)
P ₀	6,83±0,27 ^a	3,81±0,20 ^a
P ₁	6,85±0,21 ^a	3,82±0,15 ^a
P ₂	6,97±0,21 ^b	3,91±0,14 ^b
P ₃	6,98±0,21 ^b	3,92±0,15 ^b
P ₄	6,84±0,16 ^a	3,84±0,10 ^{ab}

Keterangan : ^{a-b} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang nyata (P<0,05) pada nilai ME dan NE.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan kulit pisang terfermentasi dalam pakan lengkap memberikan pengaruh yang nyata (P<0,05) terhadap nilai ME pakan. Nilai ME mengalami peningkatan seiring

bertambahnya level penambahan kulit pisang kepok terfermentasi yang disebabkan oleh meningkatnya kandungan lemak kasar dan menurunnya kandungan serat kasar. Menke *et al.*, (1979) menyatakan bahwa nilai ME dipengaruhi oleh produksi gas, kandungan lemak kasar, dan protein kasar pakan perlakuan. Nilai ME terbesar pada P₃ dengan penambahan kulit pisang terfermentasi sebesar 15% hal tersebut disebabkan oleh tingginya kandungan lemak dalam pakan. Energi pada ternak didapatkan dari hasil perombakan bahan organik berupa serat kasar, lemak, karbohidrat dan protein. Lemak lebih mudah didegradasi dibandingkan dengan serat kasar karena serat kasar memiliki ikatan rangkap yang sulit dicerna oleh mikroba dan berdampak pada energi yang dihasilkan kurang maksimal. Hal tersebut didukung dengan pernyataan Jayanegara dan Sofyan (2008) yang menyatakan bahwa nutrisi seperti karbohidrat, protein dan lemak dapat lebih didegradasi dan lebih tersedia bagi mikroba rumen yang kemudian berkontribusi dalam peningkatan pencernaan BO, energi metabolis dan total VFA. Budi (2012) menambahkan bahwa lemak merupakan sumber energi dengan nilai kalori sekitar 2,25 kali lebih tinggi dibandingkan karbohidrat sehingga kandungan lemak kasar dalam pakan berpengaruh terhadap energi yang akan dihasilkan. Nilai ME tertinggi terdapat pada P₃ yaitu sebesar 6,98 MJ/Kg BK sedangkan menurut Jenet (2005) nilai ME untuk sapi potong pada fase *growth* yaitu 8,9 MJ/Kg BK, dari hasil tersebut maka pakan dalam penelitian ini dikatakan belum mencukupi untuk kebutuhan sapi potong fase *growth*.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan kulit pisang terfermentasi dalam pakan lengkap

memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai NE pakan. Peningkatan nilai ME diikuti dengan peningkatan nilai NE. NE merupakan energi yang digunakan untuk kehidupan pokok ternak serta untuk produksi. Nilai NE merupakan hasil pengurangan dari ME dengan energi yang hilang melalui gas metan, urine, feses dll. hal tersebut didukung dengan pernyataan Purbowati dkk., (2008) yang menyatakan bahwa proses pencernaan oleh ternak selalu diikuti dengan hilangnya (lepasnya) energi yang dikenal dengan nama energi termis (*heat increment*). Hasil pengurangan antara ME dan energi termis disebut energi netto (*net energy*). Energi neto merupakan energi yang tersedia bagi ternak untuk pokok hidup dan berbagai produksi. Tillman dkk., (1994) menambahkan bahwa *Net Energy* (NE) digunakan untuk tiga keperluan dasar. 1) dipandang sebagai simpanan energi untuk melakukan fungsi pokok, seperti mempertahankan organ-organ tubuh dari posisinya, menggerakkan organ internal dan bahkan untuk mencukupi keperluan energi untuk berdiri, pada akhirnya semua energi ini dinyatakan sebagai panas; 2) dapat digunakan untuk menghasilkan gerakan eksternal. Pertama dan kedua disebut *Net Energy for Maintenance* (NEM); 3) *Net Energy* dapat disimpan sebagai energi kimia dalam tubuh. Simpanan energi ini dapat digunakan ternak dikemudian bila diperlukan. Nilai NE tertinggi terdapat pada P_3 yaitu 3,92 MJ/Kg BK dan terendah pada P_0 dengan nilai 3,81 MJ/Kg BK. Hal tersebut disebabkan oleh tingginya kandungan serat kasar pada P_0 , diketahui bahwa serat kasar merupakan sumber energi bagi ternak akan tetapi serat kasar lebih sulit dicerna karena kandungan lignin didalamnya. Semakin lamban proses degradasi pakan maka energi yang tersedia semakin sedikit.

Menurut NRC (2000) nilai kebutuhan NE pada sapi potong dengan bobot 200-450 kg adalah 3-6 MJ/Kg BK. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian maka semua pakan perlakuan dapat memenuhi kebutuhan energi ternak.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan fermentasi kulit pisang 10% dalam pakan lengkap (P₂) memberikan hasil terbaik serta dapat meningkatkan produksi gas total, nilai *Metabolizable Energy* dan *Net Energy*.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan bahwa perlu dilakukan penelitian mengenai pemberian kulit pisang kepok terfermentasi pada ternak dengan metode *in vivo* untuk mengetahui pengaruh pemberian kulit pisang kepok terfermentasi terhadap produksi ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Achinewhu, S.C., L.I. Barber, and I.O. Ijeoma. 1998. Physicochemical properties and garification (gari yield) of selected cassava cultivars in rivers state, nigeria. *Plant foods for human nutrition*. 52(2):133-140.
- Ambarita, M. D. Y., E. S. Bayu dan H. Setiado. 2015. Identifikasi karakter morfologis pisang (*musa spp.*) di kabupaten deli serdang. *Jurnal agroteknologi*. 4(1):1911-1924.
- Anggraeny, Y.N., dan U. Umiyasih. 2009. Pengaruh fermentasi *saccharomyces cerevisiae* terhadap kandungan nutrisi dan pencernaan ampas pati aren (*arenga pinnata merr.*). *Seminar nasional teknologi peternakan dan veteriner*. Hlm 12-20.
- Anonimous. 1998. *Teknologi em dalam berita*. IPSA. Denpasar, Bali.
- Anonimous. 2006. Greenhouse gas inventory data. Bonn (Germany). [Hhttp://unfccc.int/2860.php](http://unfccc.int/2860.php). Diakses pada 20 Januari 2018.
- Anonimous. 2015. *Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014*. Kementerian pertanian.
- Anonimous. 2016a . Feed ingredient survey. <http://fao.org/docrep/q3567e/q3567e03.htm>. Diakses pada 20 januari 2018.

- Anonimous.2016b. Basis data konsumsi pangan.
https://aplikasi2.pertanian.go.id/konsumsi/tampil_senas2.php. Diakses Pada 15 Maret 2018.
- AOAC. 1995. Official methods of analysis, 16th edition.
AOAC international, Gaithersburg, Maryland.
- Bata, M. 2008. Pengaruh molases pada amoniasi jerami padi menggunakan urea terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik *in vitro*. J. Agripet. 8(2):15-21.
- Blummel, M and K. Becker, 1997. The degradability based on carbohydrate fermentation, since yps had the highest estimated scfa compared with other agricultural wastes, suggests a potential to make energy available to the ruminants. J. Nutr. 77(5): 757-768.
- Budi, H. 2012. Perkembangan penelitian nutrisi ruminansia. Wartazoa. 22(4) : 169-177.
- Campbell, N. and J. Reece. 2005. Animal Nutrition 7th. Ed. Pearson Educ. Inc. Publish.
- Damodaran, S. and A. Paraf. 1997. Food protein and their application. New York : Marcel Dekker Inc.
- Dehority B.A and P.A Tirabasso. 2001. Effect of feeding frequency on bacterial and fungal concentrations, pH, and other parameters in the rumen. J. animal science. 79(11): 2908-2912.
- Despal, I. G., S.N. Permana, Safarina, dan A.J. Tatra. 2011. Penggunaan berbagai sumber karbohidrat terlarut air untuk meningkatkan kualitas silase daun rami. Jurnal media peternakan. 34(1): 69-76.

- Dijkstra, J. 2012. Ruminal pH regulation and nutritional consequences of low pH. *Animal feed science and technology*. 172(1): 22-33.
- Firsoni dan E. Lisanti. 2017. Potensi pakan ruminansia dengan penampilan produksi gas secara *In Vitro*. *Jurnal peternakan indonesia*. 19 (3): 136-144.
- Getachew, G., E.J. DePeters, and P.H. Robinson. 2004. In vitro gas production provides effective method for assessing ruminant food. *California agriculture*. 58(1): 54-58.
- Ginting. S. P dan R. Krisnan. 2006. Pengaruh fermentasi menggunakan beberapa strain *trichoderma* dan masa inkubasi berbeda terhadap komposisi kimiawi bungkil intisawit. *Seminar nasional teknologi peternakan dan veteriner* : 934-944.
- Harfiah. 2009. Peningkatan kualitas pakan berserat dengan perlakuan alkali, amoniasi, dan fermentasi dengan mikroba selulolitik dan lignolitik. *J. sains & teknologi*. 9(2): 150 – 156.
- Hartutik. 2012. *Metode Analisis Mutu Pakan*. Malang : UB Press.
- Hikmatun, T. 2014. Eksperimen penggunaan filler tepung kulit pisang dalam pembuatan nugget tempe. *Food science and culinary education journal*. 3(1): 1-6.
- Holter J.B and A.J Young. 1992. Methane prediction in dry and lactating holstein cows. *J dairy*. 75(8): 2165-2175.

- Hungate, R. E. 1996. The Rumen and Its Microbes. Academic Press, New York.
- Jayanegara, A dan A. Sofyan. 2008. Penentuan aktivitas biologis tanin beberapa hijuan secara in vitro menggunakan 'hohenheim gas test' dengan polietilen glikol sebagai determinan. Media peternakan. 31(1): 44-52.
- Jenet, A. 2005. Improving The Grazing Management of Livestock Community Led Herds In Muminabad. Local Development Muminabad. Switzerland.
- Johnson K.A. dan D.E. Johnson. 1995. Methane emissions from cattle. J anim. sci. 73(1): 2483-2492.
- Johnson, E.R. 1996. Anatomical factors influencing butt shape of steers prepared for the australian domestic. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.
- Kurniawati, A. 2004. Pertumbuhan mikroba rumen dan efisiensi pemanfaatan nitrogen pada silase red clover (*trifolium pratense* cv. sabatron). Pusat penelitian dan pengembangan teknologi isotop dan radiasi. Jakarta (Risalah seminar ilmiah penelitian dan pengembangan aplikasi isotop dan radiasi).
- Kurniawati, A. 2007. Teknik produksi gas in vitro untuk evaluasi pakan ternak. J. Ilmiah aplikasi isotop dan radiasi. 3(1): 40-49.
- Larbi, A., J.W. Smith, I.O. Kurdi, I.O. Adekunle, A.M. Raji and D.O. Ladipo. 1998. Chemical composition, rumen degradation and gas production characteristic of some multipurpose fodder trees and shrub during wet

and dry season in humid tropics. Anim. feed sci. tech. 72(2): 81-96.

- Makkar, H. P. S., M. Blummel And K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. British journal of nutrition. 73(6):897-913.
- Maman, S. 1994. EM4 Mikroorganisma Yang Efektif. Sukabumi: KTNA.
- McDonald, P., A.R. Henderson, and S.J.E. Heron. 1991. The Biochemistry of Silage. London : Chalcombe Publications.
- McDonald, P., R.A. Edwards, and J.F.D. Greenhalgh. 1995. Animal nutrition. 5th Edition. Longman Science and Technology, New York.
- Mc Donald, P., R. Edwards, J. Greenhalgh and C. Morgan. 2002. Animal Nutrition 6th edition. Longman Scientific & Techninical. New York.
- McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D Greenhalgh, C.A Morgan, L.A Sinclair, and R.G Wilkinson. 2010. Animal Nutrition : Seventh Edition. Harlow, England : Pearson.
- Menke, K. H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic value from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Anim. Res. Devel. 28(4): 7-55.

- Menke, K.H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz and W. Schneider. 1979. The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *J. Agric. Sci.* 93(1): 217 – 222.
- Mohapatra, D., S. Mishra, and N. Sutar. 2010. Banana and its by-product utilisation: an overview. *Journal of scientific and industrial research.* 69(5): 323-329.
- Moss A.R, J.P. Jouany, and J.Newbold. 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annual zootechnology.* 49(3): 231-253.
- National Resereach Council. 2000. *Nutrients Requirement of Beef Cattle. 7th Revised Edition.* Washington D. C.: National Academics Press.
- Nashlai, I.V., D.E.K.A Siaw, P.O Osuji. 1994. The relationship between gas production and chemical composition of 23 browses of the genus sesbania. *J. Sci. Food Agric.* 65(3): 13–20.
- Nuraini, M.E Mahata dan A. Djulardi. 2014. Peningkatan kualitas campuran kulit pisang dengan ampas tahu melalui fermentasi dengan *phanerochaete chrysosporium* dan *neurospora crassa* sebagai pakan ternak. *Jurnal peternakan.* 11(1):22-28.
- Ørskov E.R and McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of agricultural science cambridge.* 92(2): 499-503.

- Ørskov, E.R., and M. Ryle. 1998. Energy Nutrition in Ruminants. London: Chalcombe Publication.
- Palmquist, D.L. and T.C Jenkins. 1980. Fat in lactation rations. Journal dairy science. 63(1): 1-14.
- Parakkasi, A. 1999. Ilmu Nutrisi Dan Makanan Ternak Ruminan. Jakarta: Universitas Indonesia
- Pell, A.D., J.R. Cherney and J.S. Jones. 1993. Technical note: forage in vitro dry matter digestibility as influenced by fibre source in the donor cow diet. J. Animal science. 71(5): 1335-1338.
- Pellikaan W.F, W.H Hendriksa, G. Uwimanaa, L.J.G.M Bongersa, P.M Beckerc and J.W Conea. 2011. A novel method to determine simultaneously methane production during in vitro gas production using fully automated equipment. Animal feed science and technology. 168(3): 196- 205.
- Prayitno C.H., R. Fitria, dan M. Samsi. 2014. Suplementasi heitchrose pada pakan sapi perah pre-partum ditinjau dari profil darah dan *recovery* bobot tubuh post-partum. Agripet. 14(2): 89-95.
- Puastuti, W. 2010. Urea dalam pakan dan implikasinya dalam fermentasi rumen kerbau. Seminar dan lokakarya nasional kerbau, Bogor. Hlm: 89-94.
- Purbowati, E., C.I. Sutrisno, E. Baliarti, S.P.S. Budhi, dan W. Lestariana. 2008. Pemanfaatan energi pakan komplit berkadar protein-energi berbeda pada domba lokal jantan yang digemukakan secara *feedlot*. J. Indon. Trop. Anim. Agric. 33(1) : 60-65.

- Qori'ah, Suroso dan Sutrisno.2016. Sintesis protein mikroba dan aktivitas selulolitik akibat penambahan level zeolit sumber nitrogen *slow release* pada glukosa murni secara *in vitro*. Jurnal ilmu-ilmu peternakan. 26(2): 1-7.
- Raudati, E. 2000. Pengaruh penambahan dedak dan garam terhadap kandungan HCN dan nutrisi daging biji buah pucung (*pangium edule*) hasil fermentasi. Jurnal Peternakan dan lingkungan. 6(2): 50-55.
- Raudati, E., Muhakka dan E. Sahara. 2001. Peningkatan mutu daging biji buah pucung (*pangium edule*) sebagai pakan ternak melalui proses fermentasi dengan penambahan dedak halus. Jurnal peternakan dan lingkungan. 7(3): 55-58.
- Russell, J.B. and H.J. Stobel. 1993. Microbial energetics In : quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. J. France eds. CAB international. Wallingford, UK.
- Sallam, S.M.A. 2005. Nutritive value assessment of the alternative feed resources by gas production and rumen fermentation *in vitro*. J. of agriculture and biological Sciences 1(2): 200-209.
- Suharlina, I.G. Permana dan L. Abdullah. 2008. Kelarutan mineral kalsium (ca) dan fosfor (p) dan fermentabilitas beberapa jenis legum pohon secara *in vitro*. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.

- Sukowati, Sutikno dan Rizal. 2014. Produksi bioetanol dari kulit pisang melalui hidrolisis asam sulfat. Jurnal teknologi dan industri hasil pertanian. 19(3): 274-288.
- Sunstol, F. 1993. Energy systems for ruminants. Icel. Agriculture Sciece. 7(1) :11-19.
- Suparwi dan S. Utami. 2014. Pemanfaatan tepung kulit pisang dan amoniasi jerami menggunakan tepung roti afkir dalam ransum kamning kejobong jantan. Agricola. 4(1) :8-14.
- Susanti, S. dan E. Marhaeniyanto. 2007. Kecernaan, retensi nitrogen dan hubungannya dengan produksi susu pada sapi peranakan friesland holstein (PFH) yang diberi pakan *pollard* dan bekatul. Jurnal Protein. 15(2): 141-147.
- Suwandyastuti, S.N.O dan E.A. Rimbawanto. 2015. Produk metabolisme rumen pada sapi perah laktasi. Agripet. 15(1) : 1-6.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S.Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdoekojo. 1994. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wallace, R.J., C. Atasoglu, and C.J. Newbold. 1999. Rate of peptides in rumen microbial metabolism. Asian australian journal of animal science. Review (1): 139-147.
- Wina, E. dan I. W. R. Susana. 2013. Manfaat lemak terproteksi untuk meningkatkan produksi dan reproduksi ternak ruminansia. Wartazoa, 23(4): 177-184.

Winarno, S.G., S. Fardiaz dan D. Fardiaz. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. Cetakan pertama. Jakarta : PT.Gramedia Pustaka Utama.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Pengukuran Kadar Bahan Kering dan Bahan Anorganik (Abu) (AOAC, 1995)

Alat :

1. Cawan porselin atau aldisk
2. Eksikator
3. Oven 105°C
4. Penjepit
5. Timbangan analitis

Bahan :

1. Sampel penelitian.

Prosedur :

1. Dimasukkan cawan porselin dalam oven 105°C (1 jam)
2. Diambil cawan dan dimasukkan eksikator dengan tang penjepit (1 jam)
3. Dimasukkan sampel 5 gram dalam cawan dan ditimbang kembali (berat B) gram
4. Dimasukkan oven 105°C (4 jam)
5. Diambil cawan dan dimasukkan eksikator (1 jam)
Ditimbang beratnya (berat C) gram dengan tang penjepit
6. Dihitung kadar BK = $\frac{C - A}{B - A} \times 100\%$

Keterangan

A gram = berat cawan sebelum dioven

B gram = berat cawan + sampel sebelum dioven

C gram = berat cawan + sampel setelah dioven

Lampiran 2. Prosedur analisis kandungan Bahan Organik (BO) menurut petunjuk AOAC (1995)

Prosedur

1. Sampel dari analisis bahan kering dimasukkan kedalam tanur selama 4 jam pada suhu 600°C.
2. Tanur dimatikan dan dibiarkan agak dingin kemudian tanur dibuka lalu sampel diambil dan dimasukkan kedalam eksikator selama 30 menit, kemudian ditimbang (c g). Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{kadar abu} = \frac{c - a}{b - a} \times 100\%$$

$$\% \text{Bahan Organik} = \frac{100\% - (\text{kadar abu})}{100} \times \text{BK}$$

$$\text{BO} = \% \text{BO} \times \text{BK}$$

Keterangan :
 a = berat cawan kosong (g)
 b = berat cawan + sampel sebelum dioven (g)
 c = berat cawan + sampel setelah ditanur (g)

Lampiran 3. Prosedur Penetapan Kadar Protein Kasar

Alat :

1. Timbangan analitik
2. Kertas minyak
3. Labu *kjedhal*
4. Tang penjepit
5. Ruang asam
6. Tabung destilasi.

Bahan :

1. Sampel penelitian
2. H_2SO_4 pekat
3. Katalisator
4. *Aquadest*

Prosedur Kerja

1. Timbang kertas minyak, misal berat A gram.
2. Ambil sampel kira-kira 0,3 gram untuk bahan yang mengandung protein (B gram).
3. Masukkan sampel (tidak dengan kertas minyak) ke dalam labu *kjeldahl*.
4. Tambahkan 1,5 gram katalisator
5. tambahkan 5 ml H_2SO_4 pekat (di dalam lemari asam) dengan menggunakan dispenser.
6. Didestruksi sampai warna menjadi hijau bening. (dalam waktu 40-45 menit)
7. Dibiarkan menjadi dingin
8. Ditambahkan 60 ml *aquadest* (dibagi 4 kali)
9. Dikocok dan dimasukkan kedalam labu destilasi
10. Hidupkan alat destilator dengan menrkan tombol ON.

11. Masukkan alat pengukur PH otomatis kedalam tabung sensor.
12. Ditunggu alat destilator muncul kemenu utama.
13. Dilakukan proses preheating untuk memulai analisa , yaitu dengan menekan tombol dibalik layar *system preparation*, tekan tombol *preheating* lalu *start*.
14. Dilakukan preparasi sampel dengan menekan tombol *new* pada *sample list*
15. Dilakukan proses pembuatan blanko terlebih dahulu dengan pengenceran *aquadest* sebanyak 60 ml ke dalam tabung destilasi.
16. Dimasukkan tabung destilasi, lalu tekan tombol *start* yang telah berwarna hijau.
17. Dilakukan pengujian sampel dengan menekan tombol *sample list* dengan mengisi kode sampel, dan berat sampel yang tertera dilayar destilator. (Encerkan sampel terlebih dahulu dengan 3-4 kali *aquadest* sebanyak 60 ml ke dalam tabung destilasi)
18. Dipasang tabung destilasi pada destilator dan tekan tombol *start* apabila sudah berwarna hijau. Biarkan proses berlangsung sampai waktu destilasi selesai dengan waktu kurang lebih 3 menit. Ditunggu sampai proses titrasi selesai dengan waktu 3-5 menit.
19. Dilihat hasil kandunga PK yang tertera di layar.
20. Dilakukan pemberisihan alat dengan menekan tombol *system preparation* dan tekan *cleaning*. Lalu tekan *start*. Cuci pH dengan *aquadest* lalu dimasukkan pada tempatnya.

Lampiran 4. Prosedur Pengukuran Kadar Serat Kasar (AOAC, 1995).

Alat:

- Timbangan analitis
- *Beaker glass* khusus untuk serat kasar
- Alat untuk mendidihkan
- Cawan filtrasi (*crussible*) serta alat filtrasinya
- Oven 105°C
- Tanur 550 – 600°C

Bahan :

- H_2SO_4 : untuk menguraikan senyawa N dalam pakan
- HCL 0,3 N : melarutkan senyawa organik
- Aceton : melarutkan lemak
- NaOH 1,5 N : untuk menguraikan / penyabunan senyawa lemak dalam pakan sehingga mudah larut
- EDTA : mempercepat reaksi dan mengikat mineral
- *Aquadest* panas : sebagai pelarut dan membersihkan *crussible* dari sisa sampel yang menempel

Prosedur Kerja :

1. Ditimbang kertas minyak dan ditar
2. Diambil Sampel 1 gram diatas kertas minyak, ditimbang (Berat = A gram)
3. Dituangkan sampel dalam beaker glass khusus analisa serat kasar
4. Ditambahkan H_2SO_4 0,3 N sebanyak 50 ml
5. Didihkan selama 30 menit
6. Ditambahkan NaOH 1,5 N dan didihkan lagi selama 25 menit

7. Ditambahkan EDTA 0,5 gram dan dididihkan lagi selama 5 menit
8. Dimatikan tombol pemanas, diambil *beaker glass*
9. Disaring dengan cawan filtrasi
10. Dibersihkan *beaker glass* dengan *aquadest* panas
11. Ditambahkan 50 ml HCL 0,3 N, didiamkan selama 1 menit
12. Ditambahkan dengan 50 ml *aquadest* panas.
13. Ditambahkan acetone 40 ml, didiamkan selama 1 menit dan difiltrasi
14. Dioven pada suhu 105°C selama 1,5 jam
15. Dimasukan kedalam eksikator selama 1 jam dan ditimbang beratnya B gram
16. Dimasukan kedalam tanur 550 – 600°C selama 2 jam, dikeluarkan dengan tang penjepit dan dimasukan kembali pada eksikator selama 1 jam dan ditimbang berat nya C gram.

Perhitungan :

Kadar Serat Kasar : $B - C / A \times 100\%$

Keterangan :

A gram = berat sampel

B gram = berat *crussibel* setelah oven 105°C

C gram = berat *crussibel* setelah di tanur 550-600°C

Lampiran 5. Prosedur pengukuran kadar lemak kasar (AOAC, 1995).

Alat :

1. Alat ekstraksi *Goldfish*
2. *Beaker glass* khusus untuk lemak
3. Selongsong S (alat porselin)
4. Gelas ukur
5. Oven *vacum* 80 °C
6. Timbangan analitis
7. Eksikator
8. Penjepit
9. Kertas *Whatman*

Bahan:

1. N-hexan
2. Sampel penelitian

Prosedur Kerja:

1. Dimasukkan *beaker glass* dalam oven selama satu jam dan diletakkan ke dalam eksikator selama 1 jam.
2. Ditimbang kertas saring *whatman* (berat A).
3. Diambil sampel 1,3 gram, ditimbang beserta kertas saring *whatman* (berat B).
4. Dibungkus sampel dengan kertas *whatman*, kemudian dimasukkan kedalam selongsong S.
5. Diambil *beaker glass* khusus lemak dari eksikator, ditimbang. (berat C)
6. Diisi *beaker glass* dengan n-hexan sebanyak 50ml menggunakan gelas ukur.
7. Dipasang ke alat ekstraksi *Goldfish* dan diekstraksi selama 4 jam.

8. Diambil selongsong S dengan sampel dan ganti dengan labu khusus untuk mengumpulkan N-hexan lagi sampai dengan N-hexan tinggal sedikit.
9. Dimasukkan *beaker glass* berisi lemak ke dalam oven *vacum* 80°C selama 1,5 jam.
10. Dimasukkan *beaker glass* berisi lemak ke dalam eksikator selama 1 jam.
11. Ditimbang. (berat D)

Rumus: Kadar Lemak = $\frac{D-C}{B-A} \times 100\%$



Lampiran 6. Prosedur Pengambilan Cairan Rumen (Menkee dan Close, 1986).

Alat:

Alat yang digunakan adalah termos, pipet, spuit dan selang.

Prosedur:

1. Termos diisi air hangat 50 – 70°C sampai penuh
2. Kemudian dibuang 1/3 bagian diisi air dingin, sehingga suhu menjadi 39°C
3. Air termos dibuang sesampainya di tempat ternak berfistula
4. Diambil cairan rumen dari fistula sapi kemudian dimasukkan dalam termos dan ditutup, dibawa ke laboratorium untuk kepentingan analisis.

Lampiran 7. Prosedur pengukuran produksi gas *in vitro* (Makkar *et al.*, 1995)

Alat:

1. Timbangan analitik
2. Piston
3. *Syringe*
4. Slang berklip
5. Termos
6. Gelas ukur
7. Kain penyaring
8. Pipet tetes
9. Tabung *erlenmeyer*
10. Termometer
11. Pemanas
12. Tabung CO₂
13. *Magnetic stirrer*
14. Dispenser
15. Inkubator

Bahan:

1. Cairan rumen
2. Vaseline
3. *Aquadest*
4. Larutan *buffer*
5. Larutan makro mineral
6. Larutan mikro mineral
7. Resazurin
8. Larutan reduktor

Prosedur:

1. Sampel pakan (± 500 mg) di timbang dan di masukan ke dalam gelas *syringe* yang berskala 100 ml, diusahakan tidak mengotori dinding *syringe*.
2. Dimasukan piston yang telah di olesi vaselin ke dalam *syringe* dan menyambung ujung *syringe* dengan selang plastik dan di tutup dengan klip.
3. Dibuat campuran *buffer*:
 - 125 ml larutan makro mineral (5,2 g Na_2HPO_4 + 6,2 KH_2HPO_4 + 0,6 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ + 2,22 NaCl dilarutkan dengan *aquadest* sampai volume 100 ml)
 - 0,08 ml larutan mikro mineral (13,2 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + 10 g $\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + 1 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + 0,8 g $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dengan aquades sampai volume 100 ml)
 - 251 ml larutan *buffer* (35 g NaHCO_3 + 4g NH_4HCO_3 dilarutkan aquades sampai volume 100 ml)
 - 0,34 ml larutan resazurin (100 mg resazurin dilarutkan dengan aquades sampai volume 100 ml)
 - 20,6 ml larutan reduktor (3,7 ml NaOH 1 N + 0,58 g $\text{Na}_2\text{S} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ + 47,5 ml *aquadest*) larutan reduktor ini harus dipreparasi segar, yaitu beberapa saat sebelum pengambilan cairan rumen.
 - Memasukan 376 ml *aquadest* ke dalam *erlenmeyer* dipanaskan dengan suhu 39°C kemudian dimasukkan larutan-larutan

tersebut diatas, diaduk dengan *magnetic stirer* dan mengalirkan gas CO₂. Larutan yang berwarna kebiru-biruan akan berubah menjadi pink kemudian tidak bewarna.

4. Cairan rumen dikeluarkan dari termos dan disaring sampai dengan volume 227 ml, dan hanya boleh dimasukan ke dalam *erlenmeyer* apabila indikator sudah tidak berwarna. Gas CO₂ tetap dialirkan setelah cairan rumen di campurkan, kemudian dipanaskan oada temperatur 39⁰C (perbandingan *buffer* dan cairan rumen 2:1)
5. Campuram cairan *buffer* dan cairan rumen sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam setiap *syringe* yang berisi sampel dengan menggunakan dispenser.
6. Klip pada selang yang telah terpasang pada *syringe* dan catat volumenya (V₂) kemudian *syringe* ditempatkan pada *waterbath* suhu 39⁰C. Pembuatan blanko untuk koreksi dengan cara diatas hanya saja tanpa ditambahkan substrat di dalam *syringe*. Diinkubasi selama 24 jam

Lampiran 8. Data analisis statistik produksi gas total
inkubasi 48jam

Perlakuan	Kelompok			total	Rata-rata	sd
	K1	K2	K3			
P ₀	83,56	84,67	80,25	82,83	82,83	2,30
P ₁	80,93	84,60	83,53	83,02	83,02	1,89
P ₂	81,96	85,53	81,51	83,00	83,00	2,20
P ₃	83,04	86,47	83,91	84,47	84,47	1,78
P ₄	82,32	84,47	81,83	82,87	82,87	1,40
Total	411,81	425,74	411,03	1248,58		

FK

$$= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{1248,58^2}{3 \times 5}$$

$$= 103930$$

JK Total

$$= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

$$= 83,56^2 + 84,67^2 + 80,25^2 + \dots + 81,83^2 - 103930$$

$$= 43,5018$$

JK

Kelompok

$$= \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{t} - FK$$

$$= \frac{411,81^2 + 425,74^2 + 411,03^2}{5} - 103930$$

$$= 27,4025$$

JK

Perlakuan

$$= \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{r} - FK$$

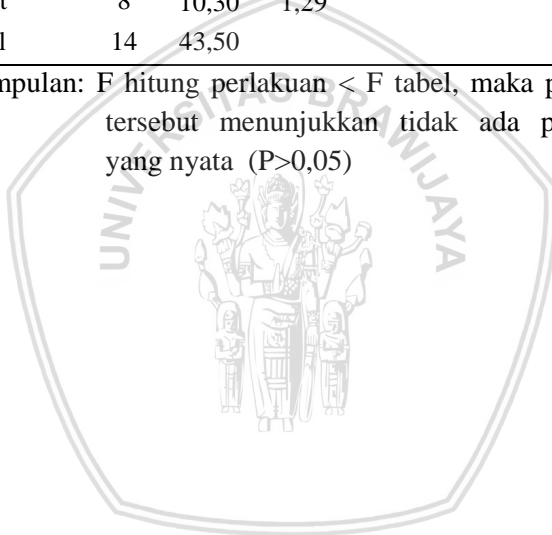
$$= \frac{82,83^2 + 83,02^2 + 83,00^2 + 84,47^2 + 82,87^2}{3} - 103930$$

$$= 5,79717$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Galat} &= \text{JK}_{\text{total}} - \text{JK}_{\text{kelompok}} - \text{JK}_{\text{perlakuan}} \\
 &= 43,5018 - 27,4025 - 5,79717 \\
 &= 10,3021
 \end{aligned}$$

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Kelompok	2	27,40	13,70	9,45	4,46	8,65
Perlakuan	4	5,80	1,45	1,12	3,84	7,01
Galat	8	10,30	1,29			
Total	14	43,50				

Kesimpulan: $F_{\text{hitung}} \text{ perlakuan} < F_{\text{tabel}}$, maka perlakuan tersebut menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)



Lampiran 9. Data analisis statistik nilai potensi produksi gas
(b)

Perlakuan	Kelompok			total	Rata-rata	sd
	K1	K2	K3			
P ₀	97,69	87,52	91,21	276,42	92,14	5,15
P ₁	87,14	84,51	86,18	257,84	85,95	1,33
P ₂	85,63	88,07	90,12	263,81	87,94	2,25
P ₃	86,41	89,60	86,71	262,72	87,57	1,75
P ₄	88,16	92,23	90,75	271,15	90,38	2,02
Total	445,03	441,93	444,97	1331,94		

FK

$$= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{1331,94^2}{3 \times 5}$$

$$= 118272$$

JK Total

$$= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

$$= 97,688^2 + 87,522^2 + 91,210^2 + \dots + 90,755^2 - 118271$$

$$= 153,468$$

JK

Kelompok

$$= \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij}^2)}{t} - FK$$

$$= \frac{445,034^2 + 441,935^2 + 444,975^2}{5} - 118271$$

$$= 1,25659$$

JK

Perlakuan

$$= \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r Y_{ij}^2)}{r} - FK$$

$$= \frac{276,42^2 + 257,838^2 + 263,813^2 + 262,719^2 + 271,154^2}{3} - 118271$$

$$\begin{aligned}
 &= 72,1835 \\
 \text{JK Galat} &= \text{JK}_{\text{total}} - \text{JK}_{\text{kelompok}} - \text{JK}_{\text{perlakuan}} \\
 &= 153,468 - 1,25659 - 72,1835 \\
 &= 80,028
 \end{aligned}$$

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Kelompok	2	1,26	0,63	0,03	4,46	8,65
Perlakuan	4	72,18	18,05	1,80	3,84	7,01
Galat	8	80,03	10,00			
Total	14	153,47				

Kesimpulan: $F_{\text{hitung}} \text{ perlakuan} < F_{\text{tabel}}$, maka perlakuan tersebut menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)

Lampiran 10. Data analisis statistik nilai laju produksi gas (c)

Perlakuan	Kelompok			total	Rata-rata	sd
	K1	K2	K3			
P ₀	0,053	0,070	0,054	0,177	0,059	0,010
P ₁	0,058	0,063	0,048	0,169	0,056	0,008
P ₂	0,064	0,075	0,057	0,196	0,065	0,009
P ₃	0,065	0,075	0,063	0,203	0,068	0,006
P ₄	0,062	0,062	0,056	0,180	0,060	0,003
Total	0,302	0,345	0,278	0,925		

FK

$$= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{0,925^2}{3 \times 5}$$

$$= 0,05704$$

JK Total

$$= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

$$= 0,053^2 + 0,070^2 + 0,054^2 + \dots + 0,056^2 - 0,05704$$

$$= 0,00083$$

JK

Kelompok

$$= \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{t} - FK$$

$$= \frac{0,302^2 + 0,345^2 + 0,278^2}{5} - 0,05704$$

$$= 0,00046$$

JK

Perlakuan

$$= \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= \frac{0,177^2 + 0,169^2 + 0,196^2 + 0,203^2 + 0,180^2}{3} - 0,05704$$

$$= 0,00026$$

JK Galat

$$= JK_{total} - JK_{kelompok} - JK_{perlakuan}$$

$$= 0,00083 - 0,00046 - 0,00026$$

$$= 0,00011$$

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,00046	0,00023	3,50	4,46	8,65
Perlakuan	4	0,00026	0,00006	4,83	3,84	7,01
Galat	8	0,00011	0,00001			
Total	14	0,00083				

Kesimpulan: F hitung perlakuan > F tabel, maka perlakuan tersebut menunjukkan ada perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Uji Jarak Berganda Duncan

$$SE = \sqrt{\frac{KT \text{ galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,00001}{3}}$$

$$= 0,002$$

$$UJBD_a = R_{(p,v,a)} \times SE$$

Tabel Nilai Kritis UJBD 5%

P	2	3	4	5
JND 5%	3,261	3,398	3,475	3,521
JNT 5%	0,0065	0,0068	0,0069	0,0070

Tabel Kodifikasi

Perlakuan	Rataan	Notasi
P ₁	0,056	a
P ₀	0,059	a
P ₄	0,060	ab
P ₂	0,065	b
P ₃	0,068	b



Lampiran 11. Data analisis statistik nilai *Metabolizable Energy (ME)*

Perlakuan	Kelompok			total	Rata-rata	sd
n	K1	K2	K3			
P ₀	6,57	7,11	6,80	20,48	6,83	0,27
P ₁	6,64	7,05	6,85	20,54	6,85	0,21
P ₂	6,80	7,20	6,91	20,91	6,97	0,21
P ₃	6,82	7,22	6,91	20,95	6,98	0,21
P ₄	6,76	7,03	6,74	20,53	6,84	0,16
Total	33,59	35,61	34,21	103,41		

FK

$$= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{103,410^2}{3 \times 5}$$

$$= 712,909$$

JK Total

$$= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

$$= 6,57^2 + 7,11^2 + 6,80^2 + \dots + 6,74^2 - 712,909$$

$$= 0,526$$

JK

Kelompok

$$= \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{t} - FK$$

$$= \frac{33,590^2 + 35,610^2 + 34,210^2}{5} - 712,909$$

$$= 0,428$$

JK

Perlakuan

$$= \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= \frac{20,48^2 + 20,54^2 + 20,91^2 + 20,95^2 + 20,53^2}{3} - 712,909$$

$$= 0,069$$

JK Galat

$$= JK_{total} - JK_{kelompok} - JK_{perlakuan}$$

$$= 0,526 - 0,428 - 0,069$$

$$= 0,029$$

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,428	0,214	12,363	4,46	8,65
Perlakuan	4	0,069	0,017	4,855	3,84	7,01
Galat	8	0,029	0,004			
Total	14	0,526				

Kesimpulan: F hitung perlakuan > F tabel, maka perlakuan tersebut menunjukkan ada perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Uji Jarak Berganda Duncan

$$SE = \sqrt{\frac{KT \text{ galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,004}{3}}$$

$$= 0,0365$$

$$UJBD_a = R_{(p,v,a)} \times SE$$

Tabel Nilai Kritis UJBD 5%

P	2	3	4	5
JND 5%	3,261	3,398	3,475	3,521
JNT 5%	0,119	0,124	0,127	0,128

Tabel Kodifikasi

Perlakuan	Rataan	Notasi
P ₀	6,83	a
P ₄	6,84	a
P ₁	6,85	a
P ₂	6,97	b
P ₃	6,98	b



Lampiran 12. Data analisis statistik nilai *Net Energy* (NE)

Perlakuan	Kelompok			total	Rata-rata	sd
	K1	K2	K3			
P ₀	3,62	4,01	3,79	11,42	3,81	0,20
P ₁	3,67	3,96	3,83	11,46	3,82	0,15
P ₂	3,79	4,07	3,87	11,73	3,91	0,14
P ₃	3,80	4,09	3,87	11,76	3,92	0,15
P ₄	3,76	3,96	3,81	11,53	3,84	0,10
Total	18,64	20,09	19,17	57,90		

FK

$$= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{t \times r}$$

$$= \frac{57,900^2}{3 \times 5}$$

$$= 223,494$$

JK Total

$$= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

$$= 3,62^2 + 4,01^2 + 3,79^2 + \dots + 3,81^2 - 223,494$$

$$= 0,260$$

JK

Kelompok

$$= \frac{\sum_{j=1}^r (\sum_{i=1}^t Y_{ij})^2}{t} - FK$$

$$= \frac{18,64^2 + 20,09^2 + 19,17^2}{5} - 223,494$$

$$= 0,215$$

JK

Perlakuan

$$= \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= \frac{11,42^2 + 11,46^2 + 11,73^2 + 11,76^2 + 11,453^2}{3} - 223,494$$

$$= 0,032$$

JK Galat

$$= JK_{total} - JK_{kelompok} - JK_{perlakuan}$$

$$= 0,260 - 0,215 - 0,032$$

$$= 0,012$$

SK	Db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Kelompok	2	0,215	0,108	13,26	4,46	8,65
Perlakuan	4	0,032	0,008	5,23	3,84	7,01
Galat	8	0,012	0,002			
Total	14	0,260				

Kesimpulan: F hitung perlakuan > F tabel, maka perlakuan tersebut memberikan ada perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Uji Jarak Berganda Duncan

$$SE = \sqrt{\frac{KT \text{ galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,002}{3}}$$

$$= 0,0258$$

$$UJBD_a = R_{(p,v,a)} \times SE$$

Tabel Nilai Kritis UJBD 5%

P	2	3	4	5
JND 5%	3,261	3,398	3,475	3,521
JNT 5%	0,084	0,088	0,089	0,091

Tabel Kodifikasi

Perlakuan	Rataan	Notasi
P ₀	3,81	a
P ₁	3,82	a
P ₄	3,84	ab
P ₂	3,91	b
P ₃	3,92	b



Lampiran 13. Data analisis nilai b dan c pada P_0K_1 menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	2189.807	100.000	.020
1.1	31809.768	-70.056	.085
1.2	609.458	122.419	.026
2.0	609.458	122.419	.026
2.1	85.776	111.075	.039
3.0	85.776	111.075	.039
3.1	84.420	89.177	.055
4.0	84.420	89.177	.055
4.1	38.762	97.756	.053
5.0	38.762	97.756	.053
5.1	38.731	97.670	.053
6.0	38.731	97.670	.053
6.1	38.731	97.689	.053
7.0	38.731	97.689	.053
7.1	38.731	97.688	.053

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 15 model evaluations and 7 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSON = 1,00E-008.

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	97.688	20.998	7.339	188.037
c	.053	.018	-.026	.133

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.975
c	-.975	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	8594.803	2	4297.401
Residual	38.731	2	19.366
Uncorrected Total	8633.534	4	
Corrected Total	1667.962	3	

Dependent variable: Y

a. $R^2 = 1 - (\text{Residual Sum of Squares}) / (\text{Corrected Sum of Squares}) = ,977$.

Lampiran 14. Data analisis nilai b dan c pada P₀K₂ menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	3159.138	100.000	.020
1.1	47201.810	-56.537	.085
1.2	944.157	117.524	.026
2.0	944.157	117.524	.026
2.1	411.055	96.954	.041
3.0	411.055	96.954	.041
3.1	270.039	77.210	.069
4.0	270.039	77.210	.069
4.1	15.845	87.511	.070
5.0	15.845	87.511	.070
5.1	15.828	87.522	.070
6.0	15.828	87.522	.070
6.1	15.828	87.522	.070
7.0	15.828	87.522	.070
7.1	15.828	87.522	.070

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 15 model evaluations and 7 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSICON = 1,00E-008.

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	87.522	2.796	78.623	96.420
c	.070	.005	.053	.087

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.830
c	-.830	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	16583.802	2	8291.901
Residual	15.828	3	5.276
Uncorrected Total	16599.630	5	
Corrected Total	2715.288	4	

Dependent variable: Y

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = ,994.

Lampiran 15. Data analisis nilai b dan c pada P_0K_3 menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	2215.182	100.000	.020
1.1	14428.137	.959	.065
1.2	513.025	116.180	.026
2.0	513.025	116.180	.026
2.1	208.630	96.120	.039
3.0	208.630	96.120	.039
3.1	55.182	86.638	.054
4.0	55.182	86.638	.054
4.1	21.235	91.211	.054
5.0	21.235	91.211	.054
5.1	21.235	91.210	.054
6.0	21.235	91.210	.054
6.1	21.235	91.210	.054

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 13 model evaluations and 6 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SCON = 1,00E-008.

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	91.210	4.250	77.686	104.734
c	.054	.005	.037	.071

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.882
c	-.882	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	14738.746	2	7369.373
Residual	21.235	3	7.078
Uncorrected Total	14759.981	5	
Corrected Total	3015.215	4	

Dependent variable: Y

a. $R^2 = 1 - (\text{Residual Sum of Squares}) / (\text{Corrected Sum of Squares}) = .993$.

Lampiran 16. Data analisis nilai b dan c pada P₁K₁ menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	2131.036	100.000	.020
1.1	22084.681	-19.661	.071
1.2	680.601	113.785	.025
2.0	680.601	113.785	.025
2.1	245.370	98.649	.037
3.0	245.370	98.649	.037
3.1	220.828	77.242	.058
4.0	220.828	77.242	.058
4.1	39.010	87.149	.058
5.0	39.010	87.149	.058
5.1	39.009	87.144	.058
6.0	39.009	87.144	.058
6.1	39.009	87.145	.058
7.0	39.009	87.145	.058
7.1	39.009	87.145	.058

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	87.145	5.293	70.300	103.990
c	.058	.008	.033	.083

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.868
c	-.868	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	14285.283	2	7142.642
Residual	39.009	3	13.003
Uncorrected Total	14324.293	5	
Corrected Total	2933.528	4	

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 15 model evaluations and 7 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSCON = 1,00E-008.

Dependent variable: Y

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = ,987.

Lampiran 17. Data analisis nilai b dan c pada P1K2 menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	2280.877	100.000	.020
1.1	16901.719	-6.725	.067
1.2	839.693	113.839	.025
2.0	839.693	113.839	.025
2.1	411.310	98.824	.037
3.0	411.310	98.824	.037
3.1	368.077	77.419	.058
4.0	368.077	77.419	.058
4.1	181.567	84.795	.063
5.0	181.567	84.795	.063
5.1	181.527	84.543	.063
6.0	181.527	84.543	.063
6.1	181.527	84.520	.063
7.0	181.527	84.520	.063
7.1	181.527	84.516	.063
8.0	181.527	84.516	.063
8.1	181.527	84.515	.063

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 17 model evaluations and 8 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most
SSCON = 1,00E-008.

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	84.515	10.485	51.146	117.885
c	.063	.018	.007	.120

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.852
c	-.852	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	14301.351	2	7150.676
Residual	181.527	3	60.509
Uncorrected Total	14482.878	5	
Corrected Total	2460.232	4	

Dependent variable: Y

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = .926.

Lampiran 18. Data analisis nilai b dan c pada P₁K₃ menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	1221.697	100.000	.020
1.1	3836.508	36.833	.050
1.2	209.170	111.791	.028
2.0	209.170	111.791	.028
2.1	252.481	82.902	.040
2.2	159.406	101.708	.033
3.0	159.406	101.708	.033
3.1	141.765	84.748	.044
4.0	141.765	84.748	.044
4.1	106.961	86.403	.047
5.0	106.961	86.403	.047
5.1	106.926	86.215	.047
6.0	106.926	86.215	.047
6.1	106.926	86.183	.048
7.0	106.926	86.183	.048
7.1	106.926	86.178	.048
8.0	106.926	86.178	.048
8.1	106.926	86.178	.048

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	86.178	11.183	50.587	121.768
c	.048	.013	.008	.087

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.906
c	-.906	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	11793.387	2	5896.694
Residual	106.926	3	35.642
Uncorrected Total	11900.313	5	
Corrected Total	2321.248	4	

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 18 model evaluations and 8 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSCON = 1,00E-008.

Dependent variable: Y

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = ,954.



Lampiran 19. Data analisis nilai b dan c pada P₂K₁ menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	2419.064	100.000	.020
1.1	33191.197	-39.677	.077
1.2	729.337	115.485	.026
2.0	729.337	115.485	.026
2.1	329.636	96.205	.039
3.0	329.636	96.205	.039
3.1	280.539	74.846	.064
4.0	280.539	74.846	.064
4.1	42.936	85.626	.064
5.0	42.936	85.626	.064
5.1	42.936	85.629	.064
6.0	42.936	85.629	.064
6.1	42.936	85.629	.064

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 13 model evaluations and 6 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1,00E-008.

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	85.629	5.027	69.631	101.627
c	.064	.009	.037	.091

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.849
c	-.849	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	14839.029	2	7419.515
Residual	42.936	3	14.312
Uncorrected Total	14881.965	5	
Corrected Total	2832.825	4	

Dependent variable: Y

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = .985.

Lampiran 20. Data analisis nilai b dan c pada P₂K₂ menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	3682.631	100.000	.020
1.1	70002.186	-81.840	.093
1.2	1032.656	119.679	.027
2.0	1032.656	119.679	.027
2.1	532.820	94.733	.044
3.0	532.820	94.733	.044
3.1	83.485	89.500	.063
4.0	83.485	89.500	.063
4.1	17.032	87.068	.075
5.0	17.032	87.068	.075
5.1	15.167	88.072	.075
6.0	15.167	88.072	.075
6.1	15.167	88.067	.075
7.0	15.167	88.067	.075
7.1	15.167	88.067	.075

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 15 model evaluations and 7 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSCON = 1,00E-008.

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	88.067	2.583	79.848	96.286
c	.075	.005	.058	.092

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.816
c	-.816	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	17594.975	2	8797.488
Residual	15.167	3	5.056
Uncorrected Total	17610.142	5	
Corrected Total	2764.342	4	

Dependent variable: Y

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = ,995.

Lampiran 21. Data analisis nilai b dan c pada P₂K₃ menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	2324.731	100.000	.020
1.1	19592.645	-12.097	.069
1.2	728.190	114.188	.025
2.0	728.190	114.188	.025
2.1	212.046	100.098	.037
3.0	212.046	100.098	.037
3.1	135.226	82.103	.057
4.0	135.226	82.103	.057
4.1	19.228	90.120	.057
5.0	19.228	90.120	.057
5.1	19.227	90.117	.057
6.0	19.227	90.117	.057
6.1	19.227	90.117	.057

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 13 model evaluations and 6 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1,00E-008.

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	90.117	3.836	77.908	102.326
c	.057	.005	.040	.073

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.874
c	-.874	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	14932.058	2	7466.029
Residual	19.227	3	6.409
Uncorrected Total	14951.285	5	
Corrected Total	3015.764	4	

Dependent variable: Y

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = .994.

Lampiran 22. Data analisis nilai b dan c pada P₃K₁ menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History ^b				Parameter Estimates				
Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter		Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
		b	c				Lower Bound	Upper Bound
1.0	2619.856	100.000	.020	b	86.408	4.600	71.769	101.047
1.1	36682.129	-44.139	.079	c	.065	.008	.040	.091
1.2	786.919	116.051	.026					
2.0	786.919	116.051	.026					
2.1	348.188	96.500	.040					
3.0	348.188	96.500	.040					
3.1	273.593	75.763	.065					
4.0	273.593	75.763	.065					
4.1	37.370	86.404	.065					
5.0	37.370	86.404	.065					
5.1	37.369	86.409	.065					
6.0	37.369	86.409	.065					
6.1	37.369	86.408	.065					
7.0	37.369	86.408	.065					
7.1	37.369	86.408	.065					

Correlations of Parameter Estimates		
	b	c
b	1.000	-.845
c	-.845	1.000

ANOVA ^a			
Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	15332.845	2	7666.422
Residual	37.369	3	12.456
Uncorrected Total	15370.214	5	
Corrected Total	2851.207	4	

Dependent variable: Y

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = .987.

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 15 model evaluations and 7 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSCON = 1,00E-008.

Lampiran 23. Data analisis nilai b dan c pada P₃K₂ menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	3918.221	100.000	.020
1.1	73272.758	-84.071	.095
1.2	1105.367	120.122	.027
2.0	1105.367	120.122	.027
2.1	554.990	95.434	.045
3.0	554.990	95.434	.045
3.1	90.177	90.454	.064
4.0	90.177	90.454	.064
4.1	28.656	88.688	.075
5.0	28.656	88.688	.075
5.1	27.449	89.608	.074
6.0	27.449	89.608	.074
6.1	27.449	89.595	.075
7.0	27.449	89.595	.075
7.1	27.449	89.596	.075
8.0	27.449	89.596	.075
8.1	27.449	89.596	.075

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	89.596	3.498	78.463	100.729
c	.075	.007	.052	.097

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.818
c	-.818	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	18109.259	2	9054.629
Residual	27.449	3	9.150
Uncorrected Total	18136.708	5	
Corrected Total	2927.992	4	

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 17 model evaluations and 8 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSCON = 1,00E-008.

Dependent variable: Y

a. $R^2 = 1 - (\text{Residual Sum of Squares}) / (\text{Corrected Sum of Squares}) = .991$.

Lampiran 24. Data analisis nilai b dan c pada P₃K₃ menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History ^b				Parameter Estimates				
Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter		Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
		b	c				Lower Bound	Upper Bound
1.0	2504.402	100.000	.020					
1.1	33586.978	-39.612	.078					
1.2	748.763	115.631	.026					
2.0	748.763	115.631	.026					
2.1	313.632	96.849	.039					
3.0	313.632	96.849	.039					
3.1	248.372	76.178	.064					
4.0	248.372	76.178	.064					
4.1	28.929	86.720	.063					
5.0	28.929	86.720	.063					
5.1	28.929	86.714	.063					
6.0	28.929	86.714	.063					
6.1	28.929	86.715	.063					
7.0	28.929	86.715	.063					
7.1	28.929	86.715	.063					

Correlations of Parameter Estimates		
	b	c
b	1.000	-.850
c	-.850	1.000

ANOVA ^a			
Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	15113.343	2	7556.672
Residual	28.929	3	9.643
Uncorrected Total	15142.272	5	
Corrected Total	2858.330	4	

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 15 model evaluations and 7 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SS_{CON} = 1,00E-008.

Dependent variable: Y

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = ,990.

Lampiran 25. Data analisis nilai b dan c pada P₄K₁ menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	2574.528	100.000	.020
1.1	29559.064	-31.824	.076
1.2	819.276	115.167	.025
2.0	819.276	115.167	.025
2.1	306.948	98.715	.039
3.0	306.948	98.715	.039
3.1	240.113	78.277	.062
4.0	240.113	78.277	.062
4.1	45.480	88.161	.062
5.0	45.480	88.161	.062
5.1	45.480	88.164	.062
6.0	45.480	88.164	.062
6.1	45.480	88.164	.062

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	88.164	5.358	71.111	105.216
c	.062	.008	.035	.089

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.856
c	-.856	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	15324.832	2	7662.416
Residual	45.480	3	15.160
Uncorrected Total	15370.312	5	
Corrected Total	3002.958	4	

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 13 model evaluations and 6 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SCON = 1,00E-008.

Dependent variable: Y

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = ,985.

Lampiran 26. Data analisis nilai b dan c pada P₄K₂ menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	3149.090	100.000	.020
1.1	33869.720	-35.537	.079
1.2	1023.919	116.065	.025
2.0	1023.919	116.065	.025
2.1	302.408	101.159	.040
3.0	302.408	101.159	.040
3.1	171.307	83.346	.062
4.0	171.307	83.346	.062
4.1	20.537	92.243	.062
5.0	20.537	92.243	.062
5.1	20.536	92.234	.062
6.0	20.536	92.234	.062
6.1	20.536	92.235	.062
7.0	20.536	92.235	.062
7.1	20.536	92.235	.062

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 15 model evaluations and 7 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SS_{CON} = 1,00E-008.

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	92.235	3.591	80.807	103.664
c	.062	.005	.045	.079

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.855
c	-.855	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	16806.231	2	8403.115
Residual	20.536	3	6.845
Uncorrected Total	16826.767	5	
Corrected Total	3160.775	4	

Dependent variable: Y

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = .994.

Lampiran 27. Data analisis nilai b dan c pada P4K3 menggunakan SPSS 16

Nonlinear Regression Analysis

Iteration History^b

Iteration Number ^a	Residual Sum of Squares	Parameter	
		b	c
1.0	2332.128	100.000	.020
1.1	18421.478	-9.109	.069
1.2	683.671	114.751	.025
2.0	683.671	114.751	.025
2.1	211.001	99.269	.038
3.0	211.001	99.269	.038
3.1	106.847	83.721	.056
4.0	106.847	83.721	.056
4.1	21.570	90.761	.056
5.0	21.570	90.761	.056
5.1	21.569	90.754	.056
6.0	21.569	90.754	.056
6.1	21.569	90.755	.056
7.0	21.569	90.755	.056
7.1	21.569	90.755	.056

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
b	90.755	4.129	77.616	103.895
c	.056	.005	.038	.073

Correlations of Parameter Estimates

	b	c
b	1.000	-.876
c	-.876	1.000

ANOVA^a

Source	Sum of Squares	df	Mean Squares
Regression	14973.523	2	7486.761
Residual	21.569	3	7.190
Uncorrected Total	14995.091	5	
Corrected Total	3068.363	4	

Derivatives are calculated numerically.

a. Major iteration number is displayed to the left of the decimal, and minor iteration number is to the right of the decimal.

b. Run stopped after 15 model evaluations and 7 derivative evaluations because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSCON = 1,00E-008.

Dependent variable: Y

a. $R^2 = 1 - (\text{Residual Sum of Squares}) / (\text{Corrected Sum of Squares}) = .993$.

DOKUMENTASI



Limbah kulit pisang



Limbah kulit pisang yang telah dipotong potong



Kulit pisang terfermentasi



Uji BK



Uji lemak kasar



Uji serat kasar



Uji Protein



Penimbangan sampel



Syringe



Ternak berfistula



Pembuatan larutan



Uji Produksi gas

